STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES

Archiv

für

die Officiere

der

Königlich Preußischen Artillerie-

und

Ingenieur-Korps.

BIBLIOTHEK
DEST.&A.MILITÄR-COMITÉ

Redaktion:

Plümicke, General-Major. **From,** Oberst im Ingen.-Corps. **Slevogt,** Major d. Artillerie. **Hein,** Hauptm. d. Artillerie.

Achter Jahrgang. Funfzehnter Band.

Mit zwei Zeichnungen.

K·K:OE:
GENIE HAUPT
ARCHIV
Ausgeschieden

Berlin, Posen und Bromberg.

Druck und Verlag von Ernst Siegfried Mittler.

1843.

Archiv

für

die Officiere

der

Königlich Preußischen Art[illegible]

und

Ingenieur-Korps.

[illegible]

Plümicke, [illegible], [illegible], [illegible],

General-Major. [illegible] [illegible] [illegible]

Achter Jahrgang. [illegible]

[illegible]

[illegible]

Druck [illegible]

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES
STACKS
JAN 19 1970
U3

Inhalt des funfzehnten Bandes.

Seite

I. A. Versuch mit einem verlängerten Drehbolzen bei hölzernen Mörserlafseten 1
B. Versuch mit verschiedenen Kugelspiegeln . . . 2
C. Versuch, Geschützröhre unbrauchbar zu machen . 5

II. Die Belagerung von Neuß bei Düsseldorf, 1474 . . 7

III. Fragmente über Gegenstände des Ingenieurdienstes . 17

IV. Nachrichten über die Arbeiten, welche von den Preußischen Pionieren in Hamburg nach dem daselbst stattgehabten Brande ausgeführt worden sind . . . 37

V. Veränderungen in der Organisation und dem Material der Preußischen Artillerie 43

VI. Uebersicht der neuern Literatur der Artillerie-Wissenschaft von 1760 bis 1841. (Fortsezung.) 55

VII. Fernere Betrachtungen über den Einfluß des Spielraums auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens . . 71

VIII. Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse 93

IX. Uebersicht der neuern Literatur der Artillerie-Wissenschaft von 1760 bis 1841. (Schluß.) 113

X. Ueber schadhafte Parements der Futtermauern . . 121

XI. Oeconomische Vortheile der Bauausführung . . 151

		Seite
XII.	Ladungen für das kleine Gewehr	155
XIII.	Zur Geschichte der reitenden und fahrenden Artillerie	163
XIV.	Nachtrag zur Geschichte d. Feuerwaffentechnik. (Forts.)	171
XV.	Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse. (Forts. und Schluß)	185
XVI.	Angabe einiger bemerkenswerthen Umstände aus den von englischen und französischen Truppen geführten Belagerungen spanischer Festungen in den Jahren 1808 bis 1813. (Fortsetzung)	207
XVII.	Ueber die neuerfundene amerikanische Dampfmaschine zum Ausgraben und Wegräumen von Erdmassen .	215
XVIII.	Veränderungen und Einrichtungen in der Organisation und dem Material der Preuß. Artillerie . . .	219
XIX.	Ueber den neusten Stand und die Bedeutung der Befestigung von Paris	229
XX.	Theoretische Untersuchung des nachtheiligen Einflusses eines großen Spielraums	245
XXI.	Nachtrag zur Geschichte d. Feuerwaffentechnik. (Forts.)	267

I.

A. Verſuch mit einem verlängerten Drehbolzen bei hölzernen Mörſerlaffeten.

Beim Werfen mit Mörſern in hölzernen Laffeten unter hoher Elevation war es vorgekommen, daß nach dem Abfeuern die Laffeten, anſtatt zurückzuſpringen, vorgeſprungen, und durch das Niederfallen der Richtgabeln auf die Drehbolzen die erſteren beſchädigt waren. Dieſer Umſtand machte entweder eine Veränderung der Richtgabeln oder der Drehbolzen nothwendig.

Die Anwendung eines im Kopf um 2″ verlängerten Drehbolzens zeigte ſich bei den durch die neun Artillerie-Brigaden während der Schießübungen des Jahres 1841 mit 10 25- und 50pfündigen Mörſern in hölzernen Laffeten bei 60° Elevation gethanen Würfen als zweckentſprechend, indem dadurch das Vorſpringen der Mörſer verhindert wurde, ohne daß eine andere Einrichtung oder Befeſtigung der Richtgabel, oder eine andere Befeſtigungsweiſe des Drehbolzens nothwendig geweſen wäre.

Als Uebelſtand ſtellte ſich indeß bei dieſen Verſuchen heraus, daß durch den verlängerten Drehbolzen ein Nehmen von 30° Elevation und weniger, wegen frühern Anſtoßens der Richtſchraube an den verlängerten Kopf des Drehbolzens, nicht zuläſſig geweſen war. Da dieſer Uebelſtand bei den normalmäßigen Laffeten und richtig geſtellten Richtgabeln nicht vorkommen kann, ſo wurden weitere Ermittelungen durch die Brigaden während der Schießübungen von 1842 angeſtellt, wobei ſich ergab, daß dieſes Anſtoßen nur ſtatt fand:

1) wenn die Richtgabel nicht die vorschriftsmäßige Stellung an der Laffete hatte, oder
2) sich die Laffeten durch langen Gebrauch unten abgenutzt hatten und niedriger geworden waren, oder
3) daß endlich die angewandten Laffeten von abweichender Form waren.

Mit Berücksichtigung, daß bei normalmäßigen hölzernen Laffeten und richtig gestellten Richtgabeln der um 2″ längere Drehbolzen sich zweckentsprechend gezeigt hatte, und der unter abnormen Umständen vorgekommene Uebelstand leicht beseitigt werden kann, nämlich im ersten Falle durch vorschriftsmäßige Stellung der Richtgabel, im zweiten Falle durch untergelegte Sohlen unter die Laffetenwände, und im dritten Falle durch ein angemessenes Verlängern der Richtgabeln, ist der versuchte Drehbolzen bei allen hölzernen Mörserlaffeten eingeführt worden.

Für die eiserne Mörserlaffete ist zwar die Anwendung des verlängerten Drehbolzens nicht zulässig, weil bei ihnen das Aufstoßen der Richtschraube auf den Drehbolzen schon viel früher eintritt; er ist indeß auch nicht nothwendig, weil bei ihnen ein Vorspringen beim Werfen nicht bemerkt worden ist. Es wird daher bei den eisernen Mörserlaffeten der bisherige Drehbolzen beibehalten.

B. Versuch mit verschiedenen Kugelspiegeln.

Veranlassung und Zweck.

Bei den im Jahre 1834 in Metz stattgefundenen Breschversuchen waren zur Vermehrung der Dauer der broncenen Geschütze verlängerte Kartuschen und verschiedene Arten von Spiegeln angewandt worden. Die dort erlangten Resultate hatten zu Maaßnahmen Veranlassung gegeben, auch diesseits ähnliche Versuche anzustellen.

Um aber die einwirkenden Elemente schärfer von einander zu trennen, und die zu stellenden Fragen von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus zu betrachten, hatte man beschlossen, einen besondern

Versuch zur Ermittelung des Einflusses der Spiegel auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens anzustellen, und nach dem Verhalten der Spiegel zu erwägen, ob auch Versuche über ihren Einfluß auf die Dauer der Geschütze anzustellen sein werden.

Zu diesem Zweck sollten bei einem eisernen Rohr drei Arten von Spiegeln zur Anwendung kommen, nämlich:

1) Spiegel No. 1., zur Anwendung zwischen Kugel und Kartusche, mit vertiefter ellypsoidischer Aushöhlung von 2,28″ Tiefe (die ganze Höhe des Spiegels war 2,78″), so daß zwischen Kugel und Spiegel ein leerer Raum, dessen größte Höhe 0,68″ war, blieb.

2) Spiegel No. 2., zur Anwendung vor der Kugel von 1,40″ Höhe, deren halbkugelförmige Aushöhlung um 0,10″ durch den Boden des Spiegels griff.

3) Der gewöhnliche 6pfündige Kugelspiegel.

Ausführung des Versuchs.

Der Versuch wurde im Jahre 1842 mit einem untadelhaften eisernen 6pfündigen Kanonenrohre ausgeführt. Man wendete Kugeln an, die in den Grenzen von 3,48 bis 3,52″ Durchmesser lagen, Neisser Geschützpulver vom Jahre 1835, gewöhnliche etaminene Kropfkartuschen, Frictionszündungen und das gebräuchliche Ladezeug. Der Ansetzkolben des Wischers war aber halbkugelförmig ausgedreht, damit beim Ansetzen des Spiegels No. 2. die Kugel nicht aus dem Spiegel, vielmehr der Spiegel fest auf die Kugel gedrückt werden konnte. Beim Ansetzen dieses Spiegels mußte das Rohr gesenkt werden, damit die Kugel nicht von selbst aus demselben herauslief. Beim Spiegel No. 1. durfte die Kugel nur behutsam in den Spiegel gesetzt werden, weil, wenn dieselbe zu tief in denselben eindrang, dieser am obern Rande leicht soweit aus einander gepreßt wurde, daß Kugel und Spiegel nicht mehr in die Mündung ging.

Es geschahen mit jeder Spiegelsorte 100 Schuß bei 1½ Pfd. Ladung und 1½° Elevation, indem man mit den Spiegeln Schuß um Schuß wechselte.

Resultate.

Die Ergebnisse waren:

	Mittlere Schußweite. Schritte.	Mittlere Längen-Abweichung. Schritt.	Mittlere Seiten-Abweichung. Schritt.	Rücklauf. Fuß.	Rücklauf. Zoll.	Bucken. Zoll.
Spiegel No. 1.	834,02	73,19	3,56	4	$9\frac{4}{5}$	$3\frac{51}{100}$
dito No. 2.	843,83	66,07	3,62	4	$7\frac{13}{20}$	$3\frac{17}{25}$
dito No. 3.	825,7	65,42	2,98	4	$8\frac{14}{25}$	$3\frac{81}{100}$

Es geht hieraus hervor:

1) Wenngleich die Spiegel No. 3. die geringsten mittlern Schußweiten gegeben haben, so sind die Unterschiede gegen die Ergebnisse mit den Spiegeln No. 1. und 2. doch so gering, daß sie für die Praxis ohne Vortheil anzusehen sind.
2) Die mittlere Längenabweichung ist bei den Spiegeln No. 2 u. 3. als gleich zu betrachten, aber etwa um $\frac{1}{11}$ kleiner als beim Spiegel No. 1.
3) Die mittlere Seitenabweichung ist bei allen Spiegeln als gleich anzusehen, genau genommen aber bei dem Spiegel No. 3. am geringsten.
4) Rücklauf und Bucken können für alle Spiegel als gleich angesehen werden.

Hiernach haben die Spiegel No. 1. und 2. für Schußweite und Wahrscheinlichkeit des Treffens keinen Vorzug vor den gewöhnlichen Spiegeln; auch läßt sich kein begründeter Schluß ziehen, daß dieselben für die Vermehrung der Dauer der Geschützröhre von wesentlichem Einfluß wären. Aus diesen Gründen und wegen der Mängel, die dieselben für die praktische Anwendung darbieten, verdienen die gewöhnlichen preußischen Kugelspiegel den Vorzug, und ist von weiteren Versuchen über den Einfluß der Spiegel No. 1. und 2. auf die Vermehrung der Dauer der Geschütze abzusehen.

C. Versuch, Geschützröhre unbrauchbar zu machen.

Das Seite 508 des Leitfadens angegebene Verfahren, broncene Geschützröhre unbrauchbar zu machen, ist für die Umgebung nicht ganz gefahrlos, und wegen des damit verbundenen Schießens dem Feinde nicht zu verbergen. Es erschien daher wünschenswerth, ein einfacheres Verfahren zu prüfen, welches von den Franzosen auf ihrem Rückzug aus Rußland angewendet, und angeblich darin bestanden haben sollte, die Schildzapfen mittelst Schrotbeilen einzuhauen, und dann durch Hammerschläge krumm zu biegen oder abzuschlagen.

Im Jahre 1842 wurde das Verfahren mit den Mitteln, welche eine Feldschmiede darbietet, und die in 2 Schrotbeilen und 2 Vorschlaghammern bestehen, versucht, und nicht ausführbar gefunden, indem sich durch die Schrotbeile (die beide durch Ausbrechen und Aufstauchen unbrauchbar wurden) oberhalb und unterhalb des einen Schildzapfens nur Vertiefungen oder Rinnen von $\frac{1}{2}$ Zoll Tiefe einschlagen ließen, und der so geschwächte Schildzapfen durch die heftigsten dagegen geführten Hammerschläge nicht einmal verbogen, vielweniger abgeschlagen werden konnte. Annehmen läßt sich dagegen, daß sich Geschützröhre auf die angegebene Weise werden unbrauchbar machen lassen, wenn man sie vorher stark erhitzen kann.

II.

Die Belagerung von Neuß bei Düsseldorf, 1474.

Die Stadt Neuß am Niederrhein, dem Kenner der Kriegsgeschichte durch die Belagerung des Herzogs von Parma, 1586, bekannt, widerstand im Jahre 1474 der ganzen Heeresmacht Karls des Kühnen von Burgund, während eines Zeitraums von 11 Monaten, mit dem glücklichsten Erfolge. Diese Belagerung ist nicht weniger deshalb bemerkenswerth, weil sie uns ein Bild des damaligen unvollkommenen Zustandes der Poliorcetik giebt, sondern auch weil sie ein glänzendes Beispiel von Muth, Thätigkeit und Ausdauer darbietet.

Erzbischof Ruprecht von Köln, der sich Ungerechtigkeiten und Bedrückungen hatte zu Schulden kommen lassen, war vom Pabst Sixtus VI. seiner Würde entsetzt worden, wollte aber den von dem Domkapitel erwählten Administrator des Erzstiftes, Hermann von Hessen, nicht weichen. Als ihm hierauf die Städte Köln, Bonn und Neuß den Gehorsam aufkündigten, wandte sich Ruprecht an Karl den Kühnen von Burgund um Hilfe. Dieser ergriff begierig die Gelegenheit, dem Kaiser Friedrich III., welcher sich seiner Forderung, zum Könige gekrönt zu werden, entgegengestellt hatte, seine Rache fühlen zu lassen, und seine Macht bis an den Main auszudehnen.

Die Stadt Neuß ward von ihm zunächst bedroht und aufgefordert ihre Thore zu öffnen. Deshalb eilte der Gubernator Hermann, sich mit 1500 Mann hessischer Hilfstruppen in diesen Ort zu werfen und die Rüstungen zu einer tapfern Gegenwehr aufs eifrigste zu betreiben. Neuß war mit einer tüchtigen Stadtmauer und tiefen Gräben umgeben

und hatte denselben Umfang, wie heut zu Tage, wo diese alte Befestigung noch großentheils vorhanden ist. Die Mauer hatte überwölbte Strebepfeiler, über welchen sich ein überdachter Gang (die Letgen) zur Vertheidigung befand. Die 5 Thore auf der Landseite waren durch einfache oder doppelte gemauerte Zwinger gedeckt, vor welchen man jetzt noch mit Holz bekleidete Erdwerke (Bollwerke, Bohlenwerke) anlegte, auch mit Palisadirungen (Staketen) umgab. Zwischen den Thoren befanden sich Halbthürme (Wachhäuser), und ungefähr die Hälfte des ganzen Umfangs war von einer zweiten Mauer (Vormauer) von schwächerem Profil umgeben. Ostwärts erhielt diese Befestigung noch eine Verstärkung durch den alten Rheinarm und sumpfige Wiesen. Die Befestigung unter dem Gubernator Hermann bestand aus 300 Mann Miethstruppen, worunter 500 Söldner aus Köln und der waffenfähigen Bürgerschaft.

Karl der Kühne versammelte Ende Juli 1474 unweit Mastricht ein Heer von 60000 Mann, in 4 Kolonnen, nach Nationen abgetheilt, als: Franzosen, Engländer, Deutsche (Gelderer und Lütticher) und Lombarden. Am 28sten Juli bezog er mit diesem Heere ein Lager bei Holten, und ließ Neuß durch einen Herold zur Uebergabe auffordern. Derselbe wurde aber vom Pöbel beschimpft und unverrichteter Sache zurückgeschickt.

Hierauf näherte sich der Obrist von Ruissenbach mit dem burgundischen Vortrab, 6000 Mann geharnischter Reiter und Spießträger (Lanzerierer), meistens Lombarden, um die Stadt zu berennen, und besetzte die äußern Gärten vor der Umfangsmauer. Allein er ward mit Anbruch des nächsten Tages von 300 Mann der Neußer Besazzung überfallen und mit großem Verlust zurückgeschlagen. Ruissenbach selbst blieb, und mehrere Befehlshaber wurden gefangen.

Den 30sten Juli langte auch Karl vor Neuß an, nahm sein Hauptquartier im obern Kloster, gegenüber der sogenannten Oberpforte. In seinem Gefolge befanden sich die Herren v. Chimay, v. Hemelkort, Vermaile, Jacob v. Lützelburg, Engelb. v. Nassau, ein Herzog von Cleve und andere in Begleitung von 4000 M. zu Pf. 1000 M. zu F.
Vor der Hammpforte, rheinwärts, lagerten Balduin von Lannau und ein
Herr v. Zütphen mit den Lüttichern 800 ; ; ; 600 ; ; ;

Vor der Zollpforte Reimer v. Broich-hausen mit Deutschen	700 M. zu Pf.	300 M. zu F.
Vor dem Niederthor die Lombarden unter dem Grafen Campobasso und Jac. Galiotti	3000 Mann im Ganzen.	
Auf dem Werder Herr v. Montfort	700 M. zu Pf.	600 M. zu F.
Auf dem Hamm Engländer . . .	2000 Mann im Ganzen.	
	12700 Mann.	

Büchsenmeister mit ihren Knechten 200 Mann, Gräber ungefähr 2000 Mann (armer bloisser wichter, wie der Chronist sagt), Frauen 1500, und Pfaffen, Schreiber, Kämmerlinge ꝛc. 400 Mann. — Die meisten Krieger waren noch stark geharnischt, Armbrust- und Büchsenschützen ungefähr in gleicher Anzahl. Die deutschen Büchsenknechte, (Artilleristen) oder coulevriniers trugen nur ein kurzes Wurfmesser an der Seite. Unter den Geschützen werden Neidharden, Karthaunen, Schlangen, Hackenbüchsen und Kneipbassen genannt *). — Jede der genannten verschiedenen Nationen führte, dem damaligen Gebrauch gemäß, einen abgesonderten Angriff auf eines der Thore.

Am 5ten August wurden die Laufgraben auf drei Seiten eröffnet. Ostwärts bildete der aus dem Rhein geleitete Kanal (alte Rhein) mit der Erft und Kruser zwei sumpfige Inseln, ohne deren Besitz die Stadt nicht vollkommen eingeschlossen werden konnte.

Nur nach langen Kämpfen gelang es dem Belagerer, sich in den Besitz dieser Inseln zu setzen und sich auf denselben zu verschanzen, ohne die Aufnahme von 500 Mann Hilfstruppen aus Köln und Bonn in die Festung hindern zu können.

Hierauf wurde die Erft und der Krusenbach abgeleitet, erstere in den Rhein, letzterer auf der Nordseite in das Neußer Bruch. Ueber das Bette der Erft ließ nun Karl zwei Faßbrücken schlagen, die eine am Ober- die andere am Rheinthor, beide durch Brückenschanzen befestigen und mit schwerem Geschütz besetzen **). Späterhin ward auch

*) Cartaun, Nytard, Slangen, Hayckbussen, Knypbassen. Siehe die Kölnische Kronik und Christian Weyerstract Tagebuch dieser Belagerung, von ihm als Augenzeuge beschrieben; 1564 herausgegeben von Gottfr. Hirzhorn in Köln.

**) Dae wurden zwae breyde brucken
Over die Arp bereyt

noch der Kanal oſtwärts zwiſchen beiden Inſeln verdämmt und dieſelben dadurch in Verbindung geſetzt. Auch wurden zur Sicherung des Rückens des Lagers mehre große niederländiſche, Schiffe (unter welchen ein Kanonenboot) im alten Rhein neben einander aufgefahren und an der ganzen Länge der Stadt Neuß an einander gekettet und verankert.

Während der Belagerungsarbeiten wurde die Stadt unaufhörlich beſchoſſen, auch waren die Rheinpforte, das Niederthor und der Tombenthurm um dieſe Zeit bereits zum Theil in Breſche gelegt.

Die Vertheidiger waren nicht minder thätig. Sie legten innerhalb der Breſchen neue Bruſtwehren und Gräben an, bedeckten die Gewölbe mit Miſt, ſtellten ein Stacket (Paliſadirung) vor das Bollwerk und ſcharfe Pfähle (wahrſcheinlich Sturmpfähle) auf die Wehren (Flanken). Die wiederholten Aufforderungen zur Uebergabe wies der Gubernator Hermann zurück, und ließ auf dem Markte einen Galgen errichten, zur Warnung für diejenigen, welche ſich feige beweiſen würden.

Am 10ten September ward ein allgemeiner Sturm auf die Stadt unternommen. Sieben Stunden lang dauerte der Kampf mit wechſelndem Glücke. Die Paliſaden am Fuße des einen Bollwerkes waren bereits herausgegraben, an mehreren Stellen Sturmleitern angelegt und bis dicht an das Rheinthor eine Katze und Schirm vorgetrieben worden. Dennoch gelang es den tapfern Neußern, die Feinde mit Verluſt ihrer Katze und Sturmleitern zurückzutreiben *). Weiber

---

Van manches wyn vaſz stucken
Myt borden overleyt
An enkere starck gevestet
Gheyn last was den zo groyt
An dwaydt zo beyden enden
Waren dye bruggen dair
Mit ketten ind mit benden
Gevestet offenbar L A

*) Aus den dem Verf. zugänglich geweſenen Quellen ergiebt ſich nicht deutlich, was unter Schyrm ind Katze verſtanden iſt. Wahrſcheinlich diente der Schirm nur zur vordern Deckung, während die (breite) Katze zugleich ein Schutzdach hatte und auf Walzen oder mittelſt Räder vorgeſchoben wurde, ähnlich dem Musculus, Pluteus oder Catus der Alten. — Ein altes Manuſcript ſpricht an dieſer Stelle von einem Mauerbrecher; auch in dem Bericht

und Kinder trugen Waſſer, Steine, Kalk und dergl. auf die Bollwerke und Wälle, machten Pfeile glühend, beſtrichen andere mit heißem Schwefel; die Feinde im Graben wurden mit Steinen, ſiedendem Waſſer, Unflath beſchüttet.

In ähnlicher Weiſe wurden die Kämpfe beinahe ohne Unterbrechung fortgeſetzt, Stürme wechſelten mit Ausfällen. Die Belagerer näherten ſich dem Rheinthor uud Oberthor durch Gräben und Wälle, und zwar warfen ſich die Arbeiter die Erde zu, um deſto leichter den Stadtgraben füllen zu können, wie es ſcheint, ähnlich der vor Kandia angewendeten Erdwalze. Auch wurde ein häufiger Gebrauch von Feuerpfeilen gemacht und mittels derſelben die Stadt einigemale angezündet. Die Vertheidiger dagegen ſuchten den bis in den Graben am Oberthor vorgedrungenen Feind unter andern auch durch hölzerne mit Schießpulver (Donnerkraut) gefüllte feſt umwundene Röhren zu vertreiben, die in den Graben hinabgeſtoßen und alsdann gezündet wurden. Es gelang ihnen auch wirklich, ſich von Neuem in den Beſitz des Grabens zu ſetzen.

Den 13ten October gerieth das Lager der Lombarden in Brand. Die Neußer machten aus der Hammpforte einen Ausfall mit 300 Mann, überfielen die Lombarden, eroberten 1 Serpentine, 8 Hackenbüchſen, viel Mäntel, 2 Wimpfel ꝛc.

Unterdeſſen begann der Mangel an Wehr und Nähr mitten in der Stadt ſehr fühlbar zu werden, ſo daß man bereits anfing, Pferdefleiſch zu eſſen. Daher mußten die Bürger ihre Vorräthe in öffentliche Magazine abliefern, und die Lebensmittel wurden von jetzt an gleichmäßig vertheilt. Auch der Pulvervorrath war bis auf eine halbe Tonne geſunken, und es fehlte an Material zur Fabrikation von neuem Pulver. Dieſer Verlegenheit ward aber glücklich dadurch abgeholfen, daß am 19ten November 560 Mann bewaffnete Kölniſche Truppen, jeder mit 10 Pfd. Salpeter beladen, ſich glücklich in die

---

von Weyerſträt, der uns erzählt, daß ſpäterhin eine andere Katze von den Vertheidigern verbrannt wurde, heißt es:

Die Katz ind dat Shyrn zu byrnen
Schuſs gingen dorch heufft ind hirnen
Dorch hals ind buyck ouch overall

Schüſſe gingen durch Haupt, Hirn, Hals, Bauch und überall.

Stadt warfen. Nun wurde frisches Pulver bereitet, die fehlenden Kugeln (Cloet) ersetzte man durch Pfeile mit Eisenspitzen, die aus Faßdauben geschnitzt wurden; die beiden größten Büchsen wurden auf die Rhein- und Oberpforten gelegt (in yr geleyden, in ihre Lafetten).

Am 25sten November Abends wurde ein großer Ausfall mit 800 Mann aus dem Nieder- und Rheinthor unternommen, in welchem 60 Neußer blieben, wobei aber das feindliche Lager geplündert und viele Zelte verbrannt wurden.

Den 3ten Dezember verbrannten die Neußer am Oberthor wieder eine feindliche Streitkatze, welches unser Chronist also beschreibt: „An der Oberpforte trieben die Feinde eine schwere Katze vor, unter welcher stolze, gut gerüstete und gewappnete Männer waren. Die Wege waren ihnen offen, um die Katze bis an den Graben vor dem Bollwerk zu treiben. Da gingen ihnen die Neußer in den Graben entgegen, besetzten das Bollwerk und die Seitenwehren, nahmen Stroh, Schlangen (Faschinen-Holzwerk), anderes Holz und Feuer, womit sie die Katze und den Schirm anzündeten, und den Feind aus dem Graben vertrieben" u. s. w. *)

Die fortdauernden Ausbesserungen an den Befestigungswerken, so wie die eintretende strenge Kälte nöthigten die Vertheidiger zum Abbruch vieler Häuser. Aus Obstbäumen wurden Schlangen (Strauchbündel und Pfähle), aus Stroh Puppen (Strohfaschinen) zur Bekleidung der Wälle und zu Schanzkörben verfertigt.

Am 6ten Januar 1475 entspann sich ein lebhafter Kampf um den Unterwall der äußern Mauer bei der Rheinpforte. Dem Feinde gelang es, zwischen beide Mauern einzudringen; indessen die innere Mauer konnte er nicht ersteigen. Die Vertheidiger bedienten sich hier großer Hacken, welche sie an Ketten über die Mauer hinaushingen, um damit die Feinde zu fassen.

Gegen Ende Januar schwoll der Rhein dermaßen an, daß er die ganze Niederung bei Neuß unter Wasser setzte, so daß die Belagerer einen großen Theil ihres Lagers verlassen mußten. Diesen Umstand benutzten die Neußer ungesäumt, fuhren auf kleinen Kähnen über und plünderten die Lagerhütten; auch gelangte um diese Zeit die Bot-

*) Siehe Anmerkung, Seite 10.

schaft an, daß der Kaiser mit einem großen Heere im Anzuge begriffen sei.

Auf der Landseite hingegen ward der Kampf ohne Unterbrechung fortgesetzt. Die Lombarden waren unter dem Schutz ihres Laufgrabens und eines Schirms in den Graben des Bollwerks vor der Rheinpforte vorgerückt, hatten die großen Hölzer an derselben herausgearbeitet und sich am Fuße der Eskarpe festgesetzt, während die Neußer noch immer die Brustwehr behaupteten. Den 16ten Februar ging endlich das Bollwerk verloren; allein die Vertheidiger hatten bereits ein zweites dicht dahinter errichtet und ein drittes angefangen. Die Burgunder brachten nun ein paar schwere Geschütze herbei, zerschossen die Bekleidung (aus Bäumen und Aesten), und machten die breiten Seitenwehren so unsicher, daß auch dies zweite Bollwerk bald geräumt werden mußte. Jetzt wurden mehrere Gegenmauern angefangen, die von Lütticher Kohlengräbern ausgeführt wurden*).

Am 17ten Februar zeigte sich ein zahlreicher Trupp Kölnischer Söldner, an den sogenannten Steinen, am Rhein, dem Dorfe Hamm gegenüber, und verschanzte sich daselbst.

Auf den Rath eines Gefangenen, welcher aus der Stadt entsprungen war, ließen die Belagerer das Wasser aus dem Vorgraben an der Oberpforte ab, indem sie an der Schleuse zwischen der Ober- und Zollpforte einen Durchstich machten. Doch hatten die Vertheidiger schon zuvor einen Abschnitt angelegt, der das Ausbreiten des Feindes hinderte.

Jetzt hatten die Lombarden auch das dritte Bollwerk vor dem Rheinthor erobert, so daß sie nun vor dem Hauptthor standen. Hier füllten sie den Graben zu beiden Seiten aus, und errichteten längs des Bollwerks einen starken Gang bis an die Mauer, um unter dessen Schutz dieselbe zu untergraben. Die Neußer minirten nicht allein dagegen, sondern machten einen Ausfall auf diesen Gang, bei welcher Gelegenheit sie 2 Steinbüchsen eroberten.

---

*) Zur Karakteristik jener Zeit verdient bemerkt zu werden, daß, trotz der großen Entbehrungen und Anstrengungen der Besatzung, von derselben die Fastnacht durch ein glänzendes Turnier auf dem Marktplatz gefeiert wurde.

In dieſer bedrängten Lage, wo die Kaiſerliche Hilfe noch immer ausblieb und ſich keine Ausſicht zur Rettung zeigte, wurde die Beſatzung von Neuß endlich muthlos und unzufrieden. Sechshundert Mißvergnügte verſammeln ſich auf dem Marktplatz und drohen, die Stadt dem Feinde zu übergeben, wenn der Gubernator nicht ſogleich mit demſelben wegen der Uebergabe unterhandeln würde. Aber Hermann, anſtatt dieſen Forderungen nachzugeben, ließ die Sturmglocke ziehen. Sogleich läuft Alles, wie gewöhnlich, auf ſeine Letzen zur Vertheidigung der Stadtmauern; es wird ſofort ein Ausfall unternommen, mit glücklichem Erfolg gekrönt, und die Ordnung iſt wieder hergeſtellt.

Da alle bisherigen Anſtrengungen der Belagerer, in die Stadt zu dringen, fruchtlos waren, begannen ſie einen großen hölzernen Thurm dicht an der Mauer zu erbauen. Die Neußer ihrerſeits ſuchten den Bau durch Steinwürfe, Feuer, große an Bäume befeſtigte Hacken zu hindern, jedoch ohne Erfolg, denn nicht allein dieſer Thurm, ſondern noch ein zweiter, niederer, kamen zu Stande, und beide überhöheten die Stadtmauer. Bald darauf gelang es den Neußern, dieſelben durch einen Minengang zu untergraben und einzuſtürzen.

Unterdeſſen waren die Vertheidungsmittel der Stadt gänzlich erſchöpft, die Jahreszeit und der Mangel an Nahrungsmitteln erzeugte viel Krankheiten, die Ueberſchwemmung der Niederung hatte ſich verzogen und der Platz ward von Neuem vollkommen eingeſchloſſen. In dieſer Noth verſuchte man, den noch immer an den Steinen lagernden Kähnen Nothbriefe mit Pfeilen zuzuſchießen. Dieſelben wurden in gleicher Weiſe beantwortet, mit der frohen Nachricht, daß der Entſatz in der Nähe ſei.

Endlich, am 5ten Mai, traf das Kaiſerliche Heer bei Mühlheim unterhalb Köln ein, und dreitauſend Kölniſche Söldner, einförmig in roth und weiß gekleidet, ſchloſſen ſich demſelben an. Als Karl der Kühne hievon Anzeige erhielt, machte er noch den letzten Verſuch zur Erſtürmung von Neuß. Neunmal an einem Tage ward dieſer Verſuch vergeblich wiederholt. Hierauf wendete er ſich gegen den Kaiſer, wurde aber in einem Treffen bei Grimmlingshauſen geſchlagen. Bald darauf erhielt er Nachrichten von Unglücksfällen in ſeinem Reiche.

Da hob er die Belagerung auf, schloß mit dem Kaiser am 31sten Mai Frieden, und kehrte am 30sten Juni mit seinem Heere in sein Reich zurück.

Ueber 12000 Mann hatten die Burgunder bei der Belagerung eingebüßt. Die Vertheidiger hatten 46 Stürme zurückgeschlagen und nicht mehr als 733 Mann verloren. Sie hatten 70000 Pfeile verschossen, 12000 Malter Roggen, 10000 Ohm Bier, 700 Fuder Wein, 500 Faß Honig (anstatt der Fleischportionen) u. s. w. verzehrt. Die Stadt sah einem Schutthaufen ähnlich; 17 Thürme waren eingestürzt und 300 Wohnhäuser vernichtet. Achtundvierzig Wochen lang hatte die Belagerung gedauert *).

*) Die Kölnische Chronik giebt ein Verzeichniß der Fürsten und Ritter, welche sich im Kaiserlichen Heere befanden. Auch enthalten die Kölnischen Rathsprotokolle jener Zeit sehr interessante Angaben.

III.

Fragmente über Gegenstände des Ingenieurdienstes.

(Aus dem Taschenbuch für den preußischen Ingenieur.)

Von Dziobeck.

Unter diesem Titel wird binnen Kurzem ein dem preußischen Ingenieur nützliches Werk erscheinen, welches die Frucht einer vieljährigen unermüdeten Sammlung, Sichtung und Zusammenstellung der gediegensten Erfahrungsresultate und Zahlenangaben ist, wie sie gerade für den praktischen Dienst gebraucht werden. Um den geehrten Lesern schon vorläufig eine Uebersicht von dessen Inhalt zu geben, fügen wir unter Genehmigung des Herrn Verf. die Eintheilung desselben in allgemeinen Umrissen bei:

I. Mathematische und physikalische Notizen.
II. Aufnehmen. Recognosciren. Taktik. Lagerung der Truppen. Verpflegung. Feuerwaffen.
III. Baumaterialien. Baukonstruktionen. Arbeitskräfte und Transporte. Werkzeuge und Maschinen. Kasernen. Magazine ꝛc.
IV. Wege- und Brückenbau. Pontonnieren.
V. Verschanzungskunst.
VI. Festungen. Angriff und Vertheidigung. Sappen und Minen.
VII. Anhang. Ausrüstung des Pioniers. Behandlung der Pferde u. s. w.

Die Hauptabsicht bei dieser Eintheilung war:

1) Der Besitzer des Buches soll dasselbe je nach seinem Bedürfniß theilen können;

2) daher die Tafeln jedem Abschnitte besonders beigeheftet werden und

3) die Theilung soll durch den Druck erleichtert werden.

Demnach wurden solche Notizen in die einzelnen Abschnitte gebracht, welche bei ähnlichen Verrichtungen des Ingenieurs nützlich sind, z. B. Abschnitt II. für den bei einem Generalcommando stehenden Offizier; Abschnitt III. ist dem bei technischen Arbeiten beschäftigten Offizier, also bei Abschnitt IV. bis VI. immer nöthig, so wie Abschnitt IV. und V. insbesondere dem Felddienst, Abschnitt VI. ausschließlich dem Belagerungsdienst gewidmet sind.

Der reiche Inhalt und die tiefeindringende Methode, der es gelungen ist, auseinanderliegende Erfahrungen, Betrachtungen und Vorschriften in der Form kurzer correcter Regeln, Formeln und Tabellen zu bringen, wo man nichts Unnöthiges findet und nichts überschlagen darf, entsprechen dem von dem Verf. gewählten Motto:

„Dans une chose, dont dépend le salut des peuples et la conservation ou la ruine des états, on ne doit rien faire, qui ne soit fondé sur la plus grande probabitité et confirmé par plusieures expériences."

Nachstehende Fragmente sind mitten aus dem Zusammenhange herausgegriffen und so gewählt, daß sie durchaus neue Ansichten und Spitzen über die behandelten Objecte enthalten.

A. Heizkraft verschiedener Brennmaterialien.

Bei gleicher Trockenheit und gleichem Gewicht besitzen sämmtliche Holzarten dieselbe Heizkraft. Der Wassergehalt vermindert die Heizkraft. Enthält z. B. 1 Pfund Holz 25 pCt. Wasser, so enthält es nur $\frac{3}{4}$ Brennstoff eines völlig trockenen Pfundes, und zur Verdampfung des Wassers sind noch $\frac{1}{16}$ Pfd. Holz erforderlich. Wenn das Holz so stark gedörrt wird, daß es anfängt braun zu werden, nimmt die Heizkraft wieder ab; geschwemmtes Holz hat etwa 20 pCt. weniger Brennstoff.

Ein Pfund Brennstoff erwärmt von 0° bis 80° R.

Holz völlig trocken . . . . 35 Pfd. Wasser,

Holz in gewöhnl. Zustand, d. h.

mit 20 — 25 pCt. Wasser . 26 " "

Holzkohlen	73	Pfd.	Wasser,
Steinkohlen	60	″	″
Braunkohlen	45	″	″
Koaks	65	″	″
Torf	30	″	″
Torfkohlen	64	″	″
Oel, Wachs, Talg	78	″	″
Weingeist von 33 pCt. . . .	52,6	″	″

Dem Volumen nach ist die Heizkraft, wenn die der Rothbuche = 100 angenommen wird: die Eiche 84, die Weißbuche 103, die Ulme 90, der gew. Ahorn 104, die Esche 103, die Erle 52, die Birke 85, die Espe 63, die Lärche 76, die Kiefer 83, die Weißtanne 69, die Fichte 70 pCt.

Aufgeschichtetes Scheitholz enthält wenigstens $\frac{1}{5}$, Knittelholz $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$, Holzkohle mittlerer Größe $\frac{1}{2}$ leere Zwischenräume.

B. Raumverhältnisse in der Stellung.

1) Infanterie. Genau rechnet man $\frac{3}{4}$—$\frac{4}{5}$ Schritt auf einen Mann Front; doch bedarf derselbe zur freien Handhabung seiner Waffen 1 Schr. Q., wonach folgende Berechnung:

In Front.

1 Bataillon von	800 Mann	oder etwa 250 Rotten	250 Schr.,
1 ″	″ 1000 ″	″ ″ 300 ″	300 ″
mithin 1 Kompagnie		63 —	75 Schr.,
1 Zug oder Bataillon Kolonne . . .		53 —	38 ″
1 Bataillon Quarree		63 —	75 ″
1 Regiment = 3 Bat. + 2 Intervallen à 12 Schritt		774 —	924 ″
1 Brigade = 1 Reg. + $\frac{1}{2}$ Bat. . .		900 —	1074 ″

Tiefe.

Von der Tirailleur-Linie bis zu den Reservezügen 150 Schritt; bis zum 1sten Treffen 300 Schritt; bis zum 2ten Treffen 500 — 600 Schritt; also mit Einschluß des Schußfeldes der Tirailleure 600 — 800 Schritt. — Im Bataillons-Quarree 12 Schritt Tiefe.

2) Kavallerie. Genau rechnet man 1 Schr. Front pro Pferd; hier sind aber $\frac{4}{5}$ Schr. angenommen. 1 Regiment von 600 Mann

hat 4 Schwadronen zu etwa 66 Rotten zu 4 Zügen von 16 Rotten, mithin 1 Zug in Front . . . . . 20 Schr.,
1 Schwadron . . . . . 83 ,
1 Regiment = 4 Schwadronen + 3 Intervallen zu 4 Schritt . . . . . 344 ,
1 Brigade = 2 Regimenter + 12 Schritt Intervalle . . . . . 700 ,
1 Treffen von 2 Brigaden mit 50 Schritt Intervalle . . . . . 1450 ,

Die Tiefe ist für 1 Pferd 3 Schritt, für 1 Rotte (2 Pferde) 7 Schritt. In Zügen ist die Tiefe gleich der Front. Das Chokfeld vor der Front 800 — 1000 Schr.; also das Gefechtsfeld für 1 Regiment 1103 — 1400 Schritt tief. — Die Treffen-Distance 300 — 500 Schritt.

3) Artillerie. 1 Geschütz 20 Schritt Front v. M. z. M.
1 leichte Fußbatterie 8 Gesch. 160 Schr. br. 25 — 27 Schr. tief,
1 schwere . . . . 6 , 120 , , 25 — 27 , ,
1 reitende Batterie . 8 , 160 , , 38 — 40 , ,

4) Wenn die drei Waffen vereinigt sind. — Eine Brigade nimmt eine Front von 1300 bis 1800 Schritt ein, und wenn das Schußfeld der Artillerie zu 1200 Schritt angenommen wird, so ist ihr Gefechtsfeld 1600 — 1800 Schr. Q.

Eine Division, mit einer Reserve-Batterie dazwischen, erfordert 2200 — 2500 Schritt = nahe ¼ Meile Front.

Ein Armeecorps von 2 Divisionen 4000 — 6000 Schritt, oder nahe ½ Meile Front.

Raum-Verhältnisse im Biwak.

1 Infanterie-Bataillon . .	300	Schr.	tief	270	Schr. br.,
1 Kavallerie-Regiment . .	50	,	,	600	, ,
1 6pfündige Fuß-Batterie	100	,	,	100	, ,
1 6pfündige reitende Batt.	140	,	,	100	, ,
1 12pfündige Batterie . .	120	,	,	100	, ,
1 Parkcolonne zu 32 Wag.	130	,	,	70	, ,

Kantonnierungs-Quartiere.

Man rechnet 6 — 7 Einwohner auf die Feuerstelle und auf die Quadrat-Meile, in guten Gegenden 3000 Seelen, 400 Häuser; in

mittleren 2400 Seelen, 300 Häuser; in schlechten 1800 Seelen, 200 Häuser.

Bei engen Kantonnierungen .		16	Mann	auf 1	Haus,
" eingeschränkten Kantonn.	5 — 10	"	"	1	"
" ausgedehnten "	4 — 5	"	"	1	"
" engen Winterquartieren .	2 — 3	"	"	1	"
" ausgedehnten Winterquartieren mit Verpflegung		1	"	1	"

In Marschquartieren auf jeden Einwohner 1 Mann; bei Naturalverpflegung $\frac{1}{3}$ Mann Infanterie und halb so viel Kavallerie und Artillerie; oder ungefähr:

für das Corps-Commando	400 — 600	Einw.,
" " Divisions- "	200 — 300	"
" ein Infanterie-Bat. .	800 — 1300	"
" " Kavallerie-Rgt. .	1200 — 1600	"
" " reit. Batterie . .	400 — 500	"
" " Fuß-Batterie . .	300 — 400	"
" " Pionier-Comp. .	200 — 300	"
" " Proviant-Colonne	300 — 400	"

C. Eindringen der Handwaffen-Kugeln.

1) Flinten-Kugeln dringen: in reinen Quarzsand 12 Zoll, in gewachsenen festen Boden höchstens 14 — 18", in lockere Dammerde höchstens 3' tief ein, in dickes Eichenholz $3\frac{3}{4}$", in dergl. Nadelholz $4\frac{1}{2}$" tief; durchschlagen aber 4" dicke eichene und 5" dicke tannene Pfosten. Sie dringen auf:

100	Schritt weit durch	3 Stück	1zöllige 3 Z. entfernte Bretter,
200	" "	"	$2\frac{1}{2}$ " " " " "
300	" "	"	$1\frac{1}{2}$ " " " " "
400	" "	"	1 (davon nur $\frac{1}{12}$),
50	" "	"	1,5 Lin. d. gegoss. Eisenplatte,
40	" "	"	1,2 Lin. d. gewalztes Eisenblech,
13	" "	in Papier	$4\frac{1}{2}$" tief,
20	" "	in angepflöckte Faschinirung	$3\frac{1}{2}$" tief,
30	" "	in Sappenbündel	14" tief,
30	" "	in 1 mit Sappenbündeln gefüllt. Wälzkorb	$1\frac{1}{2}$" tief.

Gegen nahes Infanteriefeuer sichern ein 3 Fuß dicker Erdaufwurf oder Sandsäcke 1 F. stark, mit reinem Sande fest gefüllt; 5″ dickes Eichenholz; 6 — 7″ Tannenholz; 4″ Mauer; Sappen-Bündel in zwei Reihen aufrecht dicht an einander; Wolle, fest zusammengeschnürt, wenigstens 3 Fuß dick; gewalztes Eisenblech, 2 Linien stark, doppelt auf 50 Schr., dreifach auf 27 Schr.; Küraſſe zu 17 Pfund, auf 80 Schritt.

2) Die Jägerbüchsen-Kugel dringt unter sonst gleichen Umständen nicht so tief ein, als die Flintenkugel.

3) Die Wallbüchsen-Kugel dringt: in die Erde 15 Z. bis 3½ Fuß; in Eichenholz 4 — 5 Zoll; auf 30 Schritt weit in Sappenbündel; 1½ F. tief in einen mit Sappenbündeln gefüllten Wälzkorb 2 F.; in Wollmatratzen zwiſchen zwei Horden 2 Fuß 3 Zoll. Gegen Wallbüchsenkugeln sichert ein ganz mit Faſchinen gefüllter Wälzkorb von 3½ Fuß Durchmeſſer, bis auf 20 Schritt, wenn mit zuſammengeſchnürter, matratzenartig geſtopfter Wolle gefüllt, auf 15 Schritt; desgl. auf 50 Schritte 4zöll. Eichenholz in 2 Tafeln, in der Mitte ⅛ Zoll Eiſenblech; 3zöll. Eichen- oder 4zöll. Kiefernholz, außen mit 2 Lin. gehämmertem Eiſenblech beſchlagen; 2zöll. Eichenholz und 3 gewalzte eiſerne Blechplatten zu ⅛ Lin. in Abſtänden von 6 Lin. vernietet; 1- bis 2zöll. Eichenholz und 3 gewalzte Eiſenblechtafeln von zuſammen 6 Linien ſtark; 6 Lin. Sohlenleder in 2 Platten und 5 Lin. gewalztes Eiſenblech in 3 Tafeln.

D. Erforderniſſe eines guten Daches ſind:

1) Die Dachverbindung muß dem Gewicht der Bedachung und den Stürmen widerſtehen können.

Ein Q.-Fuß Bedachung von Stroh wiegt		8	Pfd.,
von Dachpfannen (8-Ziegel)	13 —	14	″
″ Biberſchwänzen (Plattziegel), einfach		8½	″
doppelt (Krond)	15 —	16	″
″ Schiefer mit Verſchalung	6 —	8	″
″ 1½ Lin. ſtarkem Blei, desgl. . . .		10½	″
″ ⅓ ″ ″ Kupfer, desgl. . . .		4½	″
″ ⅓ ″ ″ Eiſen, desgl. . . .	4⅓ —	4⅔	″
″ ⅓ ″ ″ Zink, desgl. . . .		4½	″

Ein Sturm von 30 Fuß in 1 Sek. drückt auf 1 Q.-Fuß mit 8 Pfd.
" " " 90 " desgl. desgl. 21 "

2) Das Dach darf den Unterbau nicht nachtheilig belasten. Dieser Druck verhält sich, wie die schrägen Dachflächen zu ihrer horizontalen Projection und beträgt selten mehr als 20 — 30 Pfd. auf den Q.-Fuß des Unterbaues.

3) Die Sparren dürfen nicht als Streben wirken und müssen einen möglichst geringen Seitenschub ausüben.

4) Die Neigung der Dachflächen muß dem Klima und Deckungsmaterial entsprechen. In nördlichen Gegenden ist anzunehmen, wenn b die Breite, h die Höhe, α der Neigungswinkel des Daches.

	Höhe h	Neigungswinkel α	Sparrenlängen.
Ziegeldach	$\frac{1}{3}$ b	$30 — 33\frac{3}{4}°$	$\frac{3}{5}$ b
Schieferdach	$\frac{1}{5} — \frac{1}{4}$ b	$22 — 26°$	0,55-0,796
Metalldächer	$\frac{1}{48}$ b	$3° 5'$	—
Stroh- oder Schilf- u. neu-deutsches Dach	$\frac{1}{2}$ b	$45°$	0,7076
Dach, rechtes, (rechtw.) Dach .	0,56 b	$48\frac{1}{4}°$	$\frac{3}{4}$ b
Italienisches Dach	$\frac{1}{3}$ b	$33\frac{3}{4}°$	$\frac{3}{5}$ b

5) Das Dachgerüst muß nach allen Richtungen verstrebt werden; die Dachflächen müssen möglichst fest und eben sein und Aufschieblinge und Dachluken vermieden werden.

E. Holzkonstruktionen in Tagewerken zu 10 Stunden.

Einfacher Zapfen mit einer Strebe mit Versatz .	0,25 Tage,
" gerader Zapfen an einem Ständer, $4\frac{1}{2}$" l.	0,12 "
Ein Zapfenloch, 6" tief	0,05 "
Einfache, gerade und unversenkte Verkämmung, $1\frac{1}{4}$" tief	0,06 "

Schräger, doppelter, verkeilter Kamm		0,60	Tage,
Schwalbenschwanzblatt mit Versatz, 10″ lang	0,25 —	0,33	‚
Rechtwinklige Eckverkämmung		0,40	‚
Kreuzverkämmung		0,12	‚
Einfache Schiftung, der Q.-Fuß	0,10 —	0,20	‚
Verzahnung zweier Balken von 12″ D. l. F.		0,16	‚
Bohrloch für Bolzen von ¼″ Dk. D. l. F.		0,04	‚
Eine Q.-Ruthe Seitenfläche von Brettern zu säumen. — Eichenholz		1,5	‚
Nadelholz		1	‚
Ein Q.-Ruthe rauhe Bretter abzuschrägen, zu fugen und an Pfähle zu befestigen. —			
Eichenholz		0,66	‚
Nadelholz		0,50	‚
Eine Q.-Ruthe rauhe Bretter ganz oder halb zu spunden u. damit eine Verschalung herzustellen.			
Eichenholz		1,50	‚
Nadelholz		1	‚
Eine Q.-Ruthe rauhen gefugten ⅝ zöll. Tannen-Fußboden		1,50	‚
Eine Q.-Ruthe gehobelten und gefugten Fußboden.			
Eichenholz		3	‚
Nadelholz		2½	‚
100 l. F. zugerichtetes Holz zu Gebälken, Scheidewänden und Dächern mit stehendem Stuhl 30′ mittlere Tiefe, ohne Schiftung	3 —	4	‚
100 l. F. desgl. mit Walmen, Kehlen u. d.	5 —	6	‚
100 l. F. desgl. mit Hänge- und Sprengwerken, 50 — 70′ w., mit Anbringen des Eisenwerks		12	‚
100 l. F. vollständiges Legen von Balkenlagen in Wohngebäuden, wenn 8 — 12″ st.	7 —	9	‚
für jedes Stockwerk mehr		0,25	‚
100 l. F. Wände, Gebälke ꝛc., zu Ständern, Blockhäusern, zu beschlagen, abzubinden und aufzurichten	8 —	10	‚
100 l. F. desgl. zu Blockhäusern	5 —	6	‚

100 l. F. desgl. zu kleinen Pulvermagazinen .	5 — 6	Tage,
100 l. F. Holzwerk zu Barrieren zuzurichten .	5 — 7	‚
Eine Barriere von 12 F. br. 235 l. F. . .	11 —12,5	‚
‚ ‚ ‚ 9 ‚ ‚ 200 ‚ ‚ . . .	10 —12	‚
‚ ‚ ‚ 3 ‚ ‚ 404 ‚ ‚ . . .	5 — 6	‚
Desgl. von Palliſaden, 12′, 9′ und 3′ breit 2,5	— 5 — 6	‚
10 Q.-Fuß Thüren, rauh, gefugt, mit aufgenagelten Leiſten	0,20	‚
10 Q.-Fuß desgl., geleimt, mit eingeſchobenen Leiſten	0,50	‚
10 Q.-Fuß einfigl. mit Füllungen . . .	0,66	‚
10 Q.-Fuß ſtarke eingefaßte Thüren und Thore mit mehreren Füllungen	1,66	‚
Ein eichenes Fenſter, 6′ hoch 3′ breit oder 58 l. F. Rahmſtärke	2,25	‚
Einen Spitzpfahl, 20′ l., zu ſpitzen und gerade zu ſchneiden	0,30	‚
Desgl. 40 — 50′ lang	0,4 — 0,5	‚
1 Q.-Fuß Spundwand, 6 — 8″ ſtark, das Holz zu beſchlagen und völlig zuzurichten . .	0,05 — 0,07	‚
1 Q.-Fuß desgl. von 4zöll. Bohlen . . .	0,03 — 0,05	‚
100 l. F. Holz für gewöhnliche Jochbrücken von 16 — 24′ Spannung, zu beſchlagen, abzubinden und aufzurichten	8 —10	‚
100 l. F. desgl., 30 — 40′ Spann., 24′ br. .	14 —16	‚
100 l. Fuß einfaches gehobeltes Brückengeländer abzubinden und aufzurichten	13 —14	‚
100 l. Fuß eichene 14zöll. Schwellen für einen Pfahlroſt zuzurichten, abzubinden und aufzuzapfen, unter Waſſer	28 —30	‚
1 Q.-Ruthe Bohlen auf Roſte zuzurichten, zu legen und zu befeſtigen	5	‚

F. Arbeitskräfte und Transporte.

Die größte Geſchwindigkeit der Bewegung eines belaſteten Mannes iſt 6 Fuß in 1 Sek. In der Ruhe kann er einer Laſt von

70 — 80 Pfd. das Gleichgewicht halten (Zugkraft). Mit zunehmender Geschwindigkeit nimmt die Last ab, die er zu tragen vermag, und die vortheilhafteste Geschwindigkeit ist 2 Fuß in 1 Sek. mit 30 — 35 Pfund Last.

Das mechanische Moment für anhaltende Arbeit im Mittel ist 70 Pfd. in 1 Sek. 1 Fuß hoch gehoben.

Brauchbare Erfahrungen sind:

1) Ein Mann kann unbelastet auf die Dauer täglich in 8 Stunden 4 Meilen, mit 50 Pfd. Last in 6 Stunden 2 Meilen zurücklegen, mit 100 — 120 Pfd. Last ¼ Meile täglich 6 mal und leer zurück, aber nicht mehrere Tage nach einander; geübte Lastträger bis 200 Pfd. und mehr in 1 Stunde ½ — ¾ Meile.

2) Eine Treppe oder einen ähnlichen Berghang hinan steigt ein Mann mit 100 — 120 Pfd. Last ⅓ Fuß in 1 Sekunde, ohne Last ½ Fuß in 1 Sek.

3) Auf einer Bahre tragen 2 Mann jeder 90 — 140 Pfd.

4) Auf einem Schubkarren fährt ein Mann in einem Tage 130 — 160 Pfd. 2 Meilen weit.

5) Beim Ziehen, vorwärts, in der Ruhe übt der Mensch bis 84 Pfd. Druck aus; in der Bewegung mit einem Gurt um die Schultern höchstens 36 Pfund, mit 2 Schritt Geschwindigkeit in 1 Sek.; mit den Händen durch Ziehen und Vorwärtsstoßen 27 — 30 Pfund, mit 2 Schritt Geschwindigkeit; auf einem Blockwagen und ebener, guter Straße zieht er 2 Ctr. — vertikal abwärts wirkt er, bei 4 Fuß Geschwindigkeit in 1 Sek. mit 40 Pfd.

6) Bei der Kurbel, dem Spillrade und dem Tretrade übt der Mann einen Druck von 30 — 35 Pfd. mit 2 — 2½ Fuß Geschwindigkeit; 2 Mann an einem Haspel mit rechtwinkl. Kurbeln heben 70 Pfd. leichter, als einer 30 Pfd.; an der Erdwinde 1 Mann mit 2 — 3 Fuß Geschwindigkeit 30 Pfund.

7) An Feuerspritzen, Rammen u. dergl. kann 1 Mann auf kurze Zeit von 10 Min. 40 — 50 Pfund Druck ausüben, gewöhnlich nur 25 Pfd.; am Hebezeuge beim Niederdrücken des Hebels 60 Pfd.

8) Die größte Kraft übt der Mensch beim Rudern aus, wenn er sich mit den Füßen anstemmt, während er mit den Händen drückt, bis 360 Pfd.

Die größte Geschwindigkeit eines beladenen Pferdes ist gleich 10 Schritt in 1 Sek. In der Ruhe kann es einer Last von 300 Pfd. das Gleichgewicht halten; die vortheilhafteste Leistung ist bei 3½ Schr. Geschwindigkeit in 1 Sek. und 133,2 Pfund Last. Das mechanische Moment ist demnach = 480 Pfd. in 1 Sek. 1 Fuß hoch gehoben, also etwa 6¾ Menschenkräfte.

Brauchbare Erfahrungen sind:

1) Ein gutes Pferd, mit 180 Pfund belastet, macht täglich in 8 Stunden 5 Meilen; mit 260 — 270 Pfd. und 3½ Fuß Geschw. in 1 Sek. geht es 10 Stunden des Tages. Ein Kürassierpferd trägt bis 340 Pfd., ein Militairpackpferd 300 Pfund; eben so viel die bergischen Kohlenträgerpferde.

2) In einer Sekunde macht ein Reitpferd im kleinen Schritt 3 Fuß, starken Schritt 5 Fuß, kurzen Trab 7 Fuß, starken Trab 10 Fuß, Galop 16 — 20 Fuß, Karriere 36 — 40 Fuß, ein engl. Renner 41 — 78 Fuß; trägt bei der steapel chase 168 Pfd.

3) Die mittlere Zugkraft eines Pferdes wird gewöhnlich zwischen 110 — 180 Pfd. angenommen;

nach Gerstner:

	Zugkraft.	Geschw.	Arb.-Dauer.
ein schwaches Pferd	96 — 198 pr. Pfd.	3 — 3,5 Fuß.	8 Stunden.
" mittleres "	120 " "	4 "	8 "
" starkes "	144 — 156 " "	4,5 "	8 "

4) Auf gutem horizontalem Wege fährt ein etwa 5 Ctr. schweres Pferd, mit 3½ Fuß Geschwindigkeit, täglich 4½ Meile weit 24 Ctr. (incl. 6 — 12 Ctr. Wagengewicht), wenn es den 5ten Tag ruht. Sehr starke Zugpferde ziehen über 36 Ctr. mit 2 Fuß Geschwindigk. Postpferde machen etwa 1 Meile in 1 Stunde mit 40 — 48 Pfd. Zugkraft; darüber hinaus ist die Zugkraft nur gering.

5) Mehrere Pferde, vereint angespannt, ziehen kleinere Lasten, aber geschwinder, als einzelne.

6) Das Pferd wird am vortheilhaftesten beim Ziehen auf der Ebene verwendet; einen steilen Berg hinauf, bis höchstens 7 — 8° ($\frac{1}{8}$), kann es nicht mehr ziehen, als 3 Mann tragen, die dabei noch schneller klettern. Der Fußgänger gewinnt am meisten bei 11½° ($\frac{1}{5}$), der Reiter bei 7 — 8° ($\frac{1}{8}$).

7) Die Leiſtung zweirädriger Karren iſt viel größer, als die der vierräd. Wagen; aber letztere laſſen ſich bergab leichter hemmen.

8) Die Zugkraft eines Ochſen iſt gleich der des Pferdes, die mittlere Geſchwindigkeit nur $2\frac{1}{2}$ — 3 Fuß, der Nutzeffect nur halb ſo groß.

9) Ein Eſel trägt nur 220 Pfd. 5 Meilen weit; der Nutzeffect etwa gleich 2 Menſchenkräften. — Mauleſel tragen 400 — 500 Pfd., und ziehen beinahe eben ſo viel und ſchneller, als gute Pferde.

Vergleichung der Menſchen- und Thierkräfte.

	Laſttragen in der Ebene. (Gehler.)	Schieben u. Ziehen mit Karren und Wagen. (Gehler.)	Am Göpel. (Gerſtner.) Zugkraft.	Geſchwind.
			Pfd.	
Menſchen .	1	1	30 — 35	2 — $2\frac{1}{4}$
Pferde . . .	4,8—6,1	vierrädr. 17,5 zweirädr. 24,3	120 — 156 1	4
Ochſen . . .	″ ″	zweirädr. 12,3	120 — 145	$1\frac{1}{3}$ — $1\frac{1}{2}$
Maulthiere .	7,6	desgl. 23,3	84 — 120	$2\frac{3}{4}$ — $3\frac{1}{4}$
Eſel	2	desgl. ″	38 — 43	2 — $2\frac{1}{4}$

Anmerkung. Man kann überhaupt die Kraft der Thiere auf $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes anſchlagen.

6. Artillerie-, Zeug- und Wagenhäuſer.

Man muß zu jedem Gegenſtande wenigſtens von einer Seite gelangen können, und nie dürfen mehr als zwei Fahrzeuge dicht neben einander ſtehen. Mittelgang 7 Fuß breit, Nebengänge zwiſchen jedem Paar Fahrzeuge 2 Fuß breit, die Gänge zwiſchen Gewehrgerüſten $3\frac{1}{2}$ Fuß br. Gebäude, deren Trägerſtänder 14 Fuß im Lichten nach Länge und Breite auseinander ſtehen, eignen ſich vorzüglich zu Wagenhäuſern, weil in jedem Felde 2 Fahrzeuge Raum finden. Gewöhnlich ſind 10 Fuß Höhe hinreichend, für Raum ſparende Aufſtellung 12 Fuß und 2 Fuß Mauer über den Fenſtern.

a. Infanterie-Gewehre auf liegenden Gerüsten von 7 Fuß lang, 5 Fuß breit, 7 Fuß hoch, in 7 Lagen zu 40 — 41, also auf jedem Gerüst 280 — 287 Gewehre, oder 4 Gewehre auf 1 Q.-Fuß, mit Einschluß der 3½ Fuß breiten Gänge.

b. Geschütze. . . . . Hiernach für jedes eng an ein anderes geschobene Geschütz 10 — 11′ Länge, 6′ 3″ Breite oder 62 — 70 Q.-Fuß. Für Gänge, Treppenräume nahe eben so viel, also pro Geschütz 140 Q.-Fuß.

c. Für jede der übereinander geschobenen Laffeten ist, da sich Achsen und Radschienen berühren, ein Raum gleich der Achslänge multiplicirt mit dem Rad-Durchmesser, zu rechnen, und noch für den letzten Laffetenschwanz 8′ Länge. Für die 2′ breiten Gänge u. s. w. im Allgemeinen doppelt so viel. Rahmlaffeten lassen sich nur um ⅓ ihrer Länge zusammenschieben, die Rahmen kommen über einander zu liegen.

Bei Protzen wird auf einer Seite für die Deichsel zugerechnet. Mortierklötze werden auf einander gesetzt; erfordern einzeln 15 — 20 Q.-Fuß mit Gängen 20 — 24′.

e. Art. „Fuhrwerke" im Durchschnitt 14′ lang, 6½′ breit, oder 84,96 Q.-Fuß; wegen der Gänge u. s. w., je nach der Breite des Gebäudes 100 — 150 Q.-Fuß.

Beispiele.

1) Raum für einen Feld-Reserve-Train.

38 Laffeten	zu 60 Q.-F.	2508 Q.-F.
38 Protzen	„ 53 „	2014 „
37 Wagen	„ 140 „	5186 „
Pferdegeschirre für 5 Bataill. zu 35′ lang, 20′ breit oder 700 Q.-F.	. . . . .	3500 „
Geschützzubehör und Vorrathssachen 35′ lang, 20′ br.		700 „
		13902 Q.-F.

oder etwa 170 — 180′ l., 40′ br., in 2 Etagen.

2) Räume für einen Belagerungs-Train.

50 Laffeten	zu 66 Q.-F.	3300 Q.-F.
52 Protzen	„ 66 „	3432 „
17 Mortierklötze	„ 24 „	408 „
35 Wagen	„ 150 „	5250 „
		12390 „

oder etwa 160′ lang, 40′ breit, in 2 Etagen.

3) Raum für eine Colonne.

4 Laffeten zu 66 Q.-F.	264 Q.-F.
30 Wagen ‹ 140 ‹	4200 ‹
Geschirrkammer für 200 Pferde	700 ‹
	5164 ‹

oder etwa 100′ lang, 40′ breit.

f. Andere Aufstellung der Laffeten, wodurch beinahe die Hälfte des Raumes erspart wird.

Die Räder werden abgezogen, Laffeten auf die Stirne gestellt und mit der oberen Abrundung an die Mauer gelehnt, in 2 Reihen neben und so viel als thunlich hinter einander. Leichte Laffeten 70 — 71°, 12pfündige Laffeten 71°, 24pfündige Laffeten 63° geneigt. — Rahmlaffeten senkrecht auf die Stirne gestellt, dicht an einander, die Rahmen horizontal auf Unterlagen. Mörser-Laffeten auf Unterlagen, 50Pfünder 2 — 3 Stück, 10Pfünder 3 — 4 Stück, 7Pfünder 6 — 8 Stück über einander.

Feld-Protzen, ohne Deichsel, aufrecht 70° geneigt. Wall- und Belagerungsprotzen lagenweise über einander, bis 8 Lagen, die Räder daneben. Vorderwagen, in Haufen zu 8 Gestellen, Munitions- und Vorrathswagen, aufrecht 43 — 47° geneigt, die Räder an der Wand. Trainwagen senkrecht, oder Vorder- und Hinterwagen getrennt, und letzterer nebst Kasten senkrecht auf das Hintertheil gestellt. Leiterwagen, der erste ohne Räder, horizontal, der zweite auf demselben in entgegengesetzter Richtung, bis 3 Wagen hoch. Kugelwagen 2 auf einander. Räder in Haufen, 2′ von der Wand entfernt.

II. Materialien zu den Ingenieurarbeiten für den förmlichen Angriff.

Die Erfahrung lehrt, daß ein Ueberfluß von Materialien wesentlich zur leichten Eroberung eines Platzes, mit geringem Verlust, beiträgt.

1) Zum Traciren, Strohseile aus 3 Strängen zu ½ Zoll dick, von 3 M. geflochten, oder Tracier-Leinen, ¼ Z. dick, oder weißes, breites Band, 20 Reihen = 100 Schritt lang, auf einen Haspel oder Pfahl gewickelt, dazu für jede 10 Schritte ein Pflöckchen.

2) Faſchinen und Faſchinen-Pfähle.

Bekleidungs-Faſchinen.

	Faſchinen. l. Fuß.	F.-Pfähle. Stück.
Für jede l. R. Parallelenſtufen zu 10″ ſt. zur Bekleidung einer Flügelredoute für 200 Mann und 2 Geſch. —	24	8
100 Schr. Feuerlinie 187 Faſch. 12′ l. 12″ ſt.	2240	750
Ankerpfähle	—	70
Zu einer Schulterwehre pro l. R.	36	12

Krönungs-Faſchinen,

wenn mit 3 F. gekrönt wird zu 1 l. R.	36	8
Zu einer doppelten Sappe	72	8
" " Rautenſappe, 4° lang	360	120
" " Würfelſappe, $3\frac{1}{2}$° lang	504	165
" " Traverſe	216	75

(Werden nur die Ecken und Wendungen gekrönt, ſo genügt i. Durchſchn. $\frac{1}{10}$ d. obigen).

Deck-Faſchinen,

für die bedeckte Sappe in einfacher Lage 12′ lang 12″ ſtark	144	—

Waſſer-Faſchinen,

zu einem Faſchinendamm von 48′ unten, 36′ oben breit und 7′ tief, für 1 l. R. 100 Stück à 6′ lang =	660	200

	Stück.
Sappenkörbe.	
Für jede l. R. einfacher Sappe	7
" " " " doppelten "	14
" eine Rauten- "	134
" " Würfel- "	96
" " Traverſe	40
" die l. R. Tranchee-Kavalier	28 — 56
Für die bedeckte Sappe Schlißkörbe, am beſten Batterie-Körbe, für die Grabenſteigung Körbe von 3′ und 4′ hoch, von jedem	6 — 8
von jedem Faſchinendamm	12 — 14

Sappenbündel,

für die lauf. Ruthe . . . . . 7 Stück,

Können bei gutem Erdreich größtentheils entbehrt werden; alsdann genügt $\frac{1}{10}$ des obigen.

Sandkörbe.

Zur Deckung der Schützen auf jede lauf. Ruthe,
in der Parallele . . . . . 15 ,
in der Communication . . . . . 6 — 9 ,
Für die Sappenteete etwa . . . . . 30 ,
Für die bedeckten Sappen und Absteigungen der lauf. R. zur Aushülfe . . . . . 20 ,
Für jede l. Ruthe eines Faschinen-Dammes . 1032 ,

Hurden.

Bei anhaltendem Regenwetter oder in weichem Boden 6′ br., auf jede l. Ruthe . . . . 72 Q.-F.
Für die bedeckten Sappen doppelt, zu 5′ lang, 4′ breit, für die lauf. R. . . . . 9 — 12 Stück,

Tragebahren.

Auf jede 100 Mann . . . . . 1 ,

Angenommen: daß die Laufgraben-Arbeiten eines Angriffs von mittlerer Ausdehnung folgende Längen haben:

Die 1ste Parallele . . . . . 480 Ruth.
Die Kommunikation rückwärts . . . . . 360 ,
, , zur 2ten Parallele . . . 300 ,
Die 2te Parallele . . . . . 300 ,
Die Kommunikation zur 3ten Parallele . . . 370 ,
Die 3te Parallele . . . . . 140 ,
Die verschiedenen Sappen, die Krönung des Glacis, die Grabenübergänge ꝛc. . . . . 260 ,
2100 Ruth.

so wird der Materialien-Bedarf, überschläglich betragen:

1) Tracier-Strohseile oder Band 480 + 360° . 840 Ruth.
und 420 Pfählchen; für 2 Redouten . . . 300 ,
, 100 , also . . . . . 1140 Ruth.
Seil und 520 Pfählchen.

2) Bekleidungsfaschinen, à 10″ stark, zu 2 Stufen in den Parallelen und Annäherungen:

	Faschinen. l. Fuß.	Faschinen-Pfähle.
(480+300+310+370+140) = 1600 l. R. × 2 = ...	48400	12800
Zu Ausfallstufen in der 2ten und 3ten Parallele, 12×10 R. lang, noch 2 Stufen mehr	2880	960
Zu 2 Flügelredouten	4480	1400
Ankerpfähle	—	140
	45760	15300
Hierzu $\frac{1}{10}$ Reserve . . .	4576	1530
	50336	16830
Krönungsfaschinen: mit Einschluß der 2ten Parallele 1080 Ruth., davon nur $\frac{1}{3}$ als mit 3 F. gekrönt angenommen . . .	12960	3240
Deckfaschinen: zu 60 lauf. Ruth. bedeckter Sappe und Grabenabsteigung nur in einer Lage	8640	—
+ $\frac{1}{10}$ Reserve	864	—
	9504	—
Wasserfaschinen: zu zwei Dämmen wie oben, oder 20 Ruthen lang, 2200 Stück .	13200	4000
Sappenkörbe: mit Einschluß der 2ten Parallele, 1080 lauf. Ruthen . . .		7560 Stück
Zusatz für etwa 250 lauf. R. doppelter Sappe, Traverse ꝛc.		500 „
$\frac{1}{10}$ Reserve		800 „
		8860 Stück
Schanzkörbe: zu 6 Tranchee-Kavalieren, die Flügel zu 24 Korblängen, die Flanke zu 14 Korblängen	1824 —	3648 Stück
$\frac{1}{10}$ Reserve	182 —	364 „
	2006 —	4012 Stück
Schanzkörbe: zum Graben-Uebergang, 20 Ruthen lang	240 —	280 Stück

Sappenbündel: in schlechtem Erdreich; für jede Schanzkorb-Lücke 1	9560	Stück,
Sandsäcke: zur Deckung der Schützen . .	12960	‚
Zu bedeckten Sappen und Graben-Niedergang .	1200	‚
¼ Reserve	3560	‚
	17720	Stück,
Zu 20 Ruthen langen Faschinendämmen . .	20640	‚
Hurden; wie oben, auf etwa 800 Ruthen Länge .	57600	‚
Zu 60 lauf. Ruthen bedeckter Sappe .	540 — 720	‚

J. Hauptwall und gedeckter Weg.

Hauptwall.

Derselbe soll den Platz vollkommen umschließen, den innern Raum decken, sturmfrei sein, nicht leicht durch Breschschießen geöffnet werden können, die vorliegenden Werke und das Angriffsfeld beherrschen, und hauptsächlich zur Geschützaufstellung geeignet sein. Wofern nicht die gegenseitige Flankirung der Linien zum leitenden Grundsatz angenommen wird, verdient der Umzug nach dem Polygonalsystem den Vorzug. Dasselbe umschließt mit der geringsten Länge den größten innern Raum, gestattet große Fronten, die nicht leicht enfilirt werden können, und stellt dem Feinde eine direkte Vertheidigung entgegen. Im Allgemeinen gilt, daß jeder ausspringende Winkel unter 60° abgestumpft werden, jeder einspringende Winkel 90° bis 100°, und die Defenslinie für klein Gewehr höchstens 60 bis 65° lang sein müsse. Hiernach ist bei bast. Fronten die Face auf höchstens 30°, die Flanke auf wenigstens die Breite des Grabens und gedeckten Weges zusammen anzunehmen; bei Zangenwerken aber 60° als Maximum der Länge der sich gegenseitig bestreichenden Linien. Viele Erfahrungen beweisen, daß obiges Minimum für die Flankenlänge zwar hinreicht, gegen einen stehenden, aber nicht gegen einen die Schußlinie quer durchschneidenden Feind, und daß eine kräftige Flankenvertheidigung nur mit Geschütz möglich. Hiernach ist ein frontales, niederes Feuer meistens sehr nothwendig. Sehr hohe Wälle gestatten nur Senkschüsse, und oft nur eine mangelhafte Bestreichung des nahen Terrains; niedere dagegen hindern die Anwendung des Kartätschfeuers. Ist der

Glacistamm 7½ Fuß über den Horizont, so ist die geringste Wallhöhe 16 bis 18 Fuß.

Je höher eine Futtermauer, desto leichter kann sie unter gleichen Verhältnissen in Bresche gelegt werden. Volle Futtermauern von 30′ hoch sind nur selten eskaladirt worden. Für freistehende Grabenmauern erscheint eine Höhe von 18 bis 20 Fuß hinreichend. Eine Eskarpenmauer von mehr als 25 Fuß hoch erfordert mehr Mauerwerk, als eine gleich hohe freie Bogenmauer oder ein hohles Revetement von hinreichender Stärke, wenn solches nur zur Vertheidigung mit Infanterie dienen soll.

Gedeckter Weg.

Nächst dem Schutze, den er den Bewachungs- und Ausfallmannschaften gewährt, ist die Vertheidigung durch Infanterie seine Bestimmung, und nur ausnahmsweise dient er zur Aufnahme leichter Geschütze. Der Grundsatz älterer Ingenieure, daß es kein nützlicheres und nothwendigeres Festungswerk gebe, als den gedeckten Weg, erleidet mehrere Ausnahmen, z. B. bei vorliegenden Werken, wo er nicht allein nutzlos, sondern sogar nachtheilig sein kann. Zuweilen genügt ein Rundenweg von 6 Fuß Breite zur Deckung der Vorwache. Ein guter gedeckter Weg hat folgende Eigenschaften:

1) Ueberhöhung des Feindes um 6 bis 8 Fuß; ein eingeschnittener gedeckter Weg wird selbst überhöht.
2) Genugsame Breite zur Aufnahme von Truppen, 20 — 30′.
3) Wechselseitiges Flankiren seiner Linien.
4) Die feindlichen Angriffsarbeiten werden durch ihn erschwert.
5) Er sowohl als auch das Glacis können von den hinterliegenden, den Seitenwerken und Reduits vollkommen bestrichen werden.

Der Glacisabhang 1 : 24; flachere Glacis begünstigen die Enfilade und das Rikoschettiren des ged. W.; steilere sind an den Kanten und Einschnitten selten hinreichend eingesehen. Reduits sind meistens nur in den eingehenden Waffenplätzen von Nutzen und müssen bombensicher sein. Traversen sind meistens nachtheilig, weil sie die Vertheidigung von den betreffenden Werken aus verdecken. Die eingehenden Waffenplätze, deren Ausgänge 10 — 12′ breit. Ein umgekehrtes Glacis (glacis en contrepente) ist kein passives Hinderniß,

kann daher nur bei großen Besatzungen nützlich sein; sonst kompromittirt es den Vertheidiger, erfordert einen höheren Hauptwall, gestattet das Errichten der Bresch- und Kontre-Batterien und erschwert die Anlage von Gegenminen. Ein theilweises umgekehrtes Glacis oder sehr breite Rampen unter dem Schutze von Reduits können dagegen sehr nützlich sein.

IV.

Nachrichten über die Arbeiten, welche von den preußischen Pionieren in Hamburg nach dem daselbst stattgehabten Brande ausgeführt worden sind.

(Nebst einer Zeichnung.)

Zu den Hülfsleistungen, welche bei der Nachricht von dem am 5ten Mai in Hamburg ausgebrochenen und unaufhaltsam fortwüthenden Brande der bedrohten Stadt gewährt wurden, gehörte auch die Absendung der disponibeln Mannschaften der Garde- und 3ten Pionier-Abtheilung, welche, in Folge eines Königlichen Immediat-Befehls, von Berlin und Magdeburg aus auf Dampfschiffen nach Hamburg eilten. Bei dem Eintreffen dieser Detachements war die Feuersbrunst bereits überwältigt; die Pionier-Mannschaften verblieben jedoch, nach dem Wunsche des hohen Senats, einige Wochen in Hamburg, und wurden dazu verwendet, die Wasser-Communikationen herzustellen, namentlich die zerstörte und mit Trümmern bedeckte Graskellerschleuse, die Neue Wallschleuse, so wie Communikation auf dem sogenannten Rödingsmarkt-Fleth aufzuräumen. Außerdem ist an einem Theile des von der abgebrannten St. Petrikirche stehengebliebenen Mauerwerks eine Sprengung bewerkstelligt worden, die in technischer Beziehung von Interesse sein dürfte, daher wir aus dem diesfälligen amtlichen Berichte des Ingenieur-Lieutenants Mertens, höheren Orts dazu berechtigt, Folgendes mittheilen.

Die in der beigefügten Zeichnung mit **AB** bezeichnete Stirnmauer des Seitenschiffes der St. Petrikirche war schon seit vielen Jahren zugleich nach Westen und nach Süden hin bedeutend aus dem Loth gewichen; die stärkste Ausbauchung, auf etwa 40′ Höhe, betrug gegen 16 — 18″. Man hatte schon in frühern Zeiten diese Mauer durch mehrere starke Kreuzanker mit den gegenüber stehenden Pfeilern **D** verbunden, und dadurch die weitere Ausweichung verhindern wollen. In Folge der Feuersbrunst waren aber diese Anker gesprengt, und der Bogen **E** bei **F** und **G** wohl um 6″ geborsten, so daß man den Einsturz der Mauer und des Bogens befürchten mußte, und bis zur Beseitigung dieser Gefahr genöthigt war, die hier sehr frequente Passage gesperrt zu halten. Um diese Mauern von **A** bis **B**, ohne das Granit-Fundament zu zerstören, durch Pulver einzustürzen, dürfte es zweckmäßig gewesen sein, zwei Minenkammern bei **H** und **K**, jede mit etwa 60 bis 80 Pfd. Ladung anzubringen, und gleichzeitig zu zünden. Es schien jedoch wegen der noch zuweilen von oben herabfallenden Steinstücke gefährlich, bei **K**, wo man erst mehrere Fuß von dem hier aufgehäuften Schutt hätte wegräumen müssen, zu arbeiten, auch war die Verspreizung der Ladung und die Leitung der Zündung nach dem innern, nur offene Grabgewölbe darbietenden Raume, nicht ausführbar, und da endlich die Ausweichung und die Risse der Mauer so bedeutend waren, daß die geringste Erderschütterung schon das Einstürzen derselben erwarten ließ, so entschloß man sich, nur eine Minenkammer No. I. bei **H** mit 115 Pfund Ladung anzulegen. (Erste Sprengung.) Sie wurde 2 Fuß über dem Boden, 15 Q.-Zoll weit, und 2½ Fuß tief, in der angegebenen Richtung vorsichtig ausgestemmt, und mit vier Pulversäcken gefüllt; ihre Versetzung und Verspreizung, so wie die Richtung der Leitung, geht aus der Zeichnung hervor. Sämmtliche Vorbereitungs-Arbeiten, incl. der Herbeischaffung des Pulvers aus dem Artillerie-Magazin, wurden den 17ten von 12 bis 5 Uhr Nachmittags, also in 5 Stunden, durch 2 Unterofftziere und 8 Mann bewirkt, von denen 1 Mann mit Ausstemmen der Kammer, 2 Mann mit Nähen der Zündwurst und der Pulversäcke, 1 Mann mit Fertigung der Mausefalle, und 4 Mann mit Zurichten der Augets, welche aus 2zölligen Bohlen geschnitten werden mußten, und der Verfatzhölzer, beschäftigt waren.

Die Zündung geschah um 6½ Uhr durch eine Schwammkugel mittelst der sogenannten Mausefalle, und erfolgte unmittelbar nach dem gegebenen Signal.

Wirkung der ersten Sprengung. — Die Explosion war unbedeutend, und bewirkte nur eine Oeffnung der Mauer von der in der Zeichnung angegebenen Lage und Größe, wobei einige der das Fundament außerhalb bekleidenden Granitstücke etwa 60 Schritte weit westlich über die Straße geschleudert, und die Granitbekleidung der Thür L um einige Zoll aus den Fugen gerückt wurde, der übrige Theil der Mauer aber ganz unverändert blieb. Bei näherer Besichtigung fand man die Ursache dieser sehr geringen Wirkung in der außerordentlich mangelhaften Construction des Mauerwerks, welches blos aus neben einander gelegten Lauferschichten, ohne durchgreifenden Verband, ausgeführt war. Dies und die schlechte Beschaffenheit der sehr porösen Steine selbst dürfte es allein möglich gemacht haben, daß ein so großes Stück der Mauer herausgeworfen werden konnte, ohne die Erschütterung auf den übrigen Theil derselben fortzupflanzen, welches bei besserem Material und Verband höchst wahrscheinlich der Fall gewesen sein, und das Einstürzen der Mauer veranlaßt haben würde. Durch die entstandene Oeffnung hatte der so bedeutend ausgebauchte Pfeiler M und der auf ihm ruhende Bogen E alle Unterstützung verloren, und wurden gleichsam schwebend blos durch den Zusammenhang des sehr harten Mörtels und der außerhalb in großer Anzahl angebrachten kleinen Richt-Klammern erhalten. Noch darf nicht unerwähnt bleiben, daß man sich nur einer Sorte ganz feinen Jagdpulvers zum Sprengen bedienen konnte, welches, in seiner Wirkung mehr zusammenhaltend, nicht ohne Einfluß auf die verhältnißmäßig sehr beschränkte Wirkungssphäre gewesen sein mag.

Nach der Explosion war der Zustand der Mauern in noch höherem Grade Gefahr drohend, und man sah sich, um den beabsichtigten Zweck zu erreichen, jetzt genöthigt, mehrere Kammern von außen anzubringen (zweite Sprengung), was man anfangs, der schwierigen Versatzung wegen, und weil man ein Durchschlagen nach dem Innern hin befürchtete, hatte vermeiden wollen. Es wurden nun die in der Zeichnung mit No. II., III., IV. und V. angegebenen 4 Kammern zu resp. 25, 25, 40 und 20 Pfund Ladung unmittelbar über den

Granitstücken des Fundaments eingestemmt, und, um das Durchschlagen nach Innen zu verhüten, daselbst bis auf 2 bis 3′ Höhe über den Kammern eine Lage Schutt von 3 bis 4′ Stärke gegen die Mauer gepackt, von welcher Verstärkung man sich einen ähnlichen Widerstand, wie durch den beim Steinsprengen zur Verdämmung angebrachten losen Sand versprach. Die Kammern No. II., III. und V. wurden, um die Mauer weniger zu schwächen, nur 1′ tief (bei 1 Q.-Fuß Weite) gearbeitet, wobei eine andere Verspreizung, als die Zeichnung nachweist, nicht wohl angewendet werden konnte, jedoch bei der Explosion ein leichtes Ausheben der Spreizen P und der Querriegel O befürchten ließ. Um dies wenigstens bei der Kammer No. IV., von welcher man den meisten Erfolg hoffte, zu vermeiden, wurde diese, was die darauf stoßende Mauer hier gestattete, 2½′ tief ausgearbeitet, und der Versatz auf die in der Zeichnung angegebene Weise, welche ein Ausheben der Spreizen unmöglich machte, angebracht. Die Pfähle N, in welche, wie in die Querriegel O, die Spreizen P mit Versatzung eingelassen wurden, waren mit der Handramme fest eingeschlagen, und die zu mehrerer Befestigung dagegen versetzten Streben R eingegraben und eingepflastert. Zwischen den eigentlichen Versatzhölzern S und den Querriegeln O wurden bei II., III. und V. Keile eingetrieben, und erstere dadurch fest gegen die Mauer gepreßt.

Die Leitung war nach der Zeichnung so angelegt, daß ihre Länge für jede Kammer gleich ausfiel. Die Zündung wurde ebenfalls durch die Mausefalle mit der Schwammkugel bewirkt. Die Explosion erfolgte mit heftiger Erschütterung in der Richtung von Osten nach Westen bei allen vier Kammern etwa in dem Zeitraume 1 Sekunde, wobei aber doch zu bemerken war, daß die beiden mittleren Kammern, deren Zündwürste das Feuer mittelbar aus der Leitung der beiden äußern mitgetheilt erhielten, um ein Zeittheilchen später explodirten, welches wahrscheinlich zum Ueberspringen des Feuers aus der ursprünglichen Richtung erforderlich, und woraus zu folgen scheint, daß solche Leitungen, welche ihr Feuer nicht unmittelbar auf geradem Wege von der Zündung aus erhalten, etwas kürzer gemacht werden müssen.

Wirkung der zweiten Sprengung. — Die Wirkung war sehr bedeutend; die Mauern wurden merklich gehoben, stürzten dann

in sich zusammen, und man hatte den beabsichtigten Zweck vollständig erreicht, indem gerade der Theil von **A** bis **B** und **C**, nach den in der Zeichnung angegebenen Linien, niedergelegt wurde.

Eintheilung der Arbeiter. — Es waren bei dieser zweiten Sprengung:

von der dritten Pion.-Abth.	2	Unteroff.	12	Mann,
„ „ Garde- „	„	„	1	„	4	„
In Summa	3	Unteroff.	16	Mann

beschäftigt.

Die Vorbereitungsarbeiten wurden den 19ten, Morgens 8 Uhr, begonnen, und waren in sieben Stunden vollendet, indem

1 Unteroff. 4 Mann zum Einstemmen der Kammern,

1 Unteroff. 8 Mann zum Zulegen des Auges, Anfertigung der Mausefalle, Zuschneiden der Versatzhölzer und Einrammen der Pfähle,

1 Unteroff. 4 Mann zum Nähen der Zündwürste und Pulversäcke, angestellt wurden.

Am 20sten früh wurde das Pulver geholt, die Ladung und Versatzung ꝛc. bis 10 Uhr zu Stande gebracht, und um 10½ Uhr die Zündung bewirkt.

V.

Veränderungen in der Organisation und dem Material der Preußischen Artillerie.

1) Gebrauch des 7pfündigen Mörsers.

Der preußische 7pfündige Mörser hat im Wesentlichen nachstehende Einrichtungen:

Das — nur aus Bronze angefertigte — Rohr ist 3 Kaliber lang.

Die Mündungsweite ist 5,62″.

Der Spielraum 0,09″.

Die cylindrische Kammer ist 4″ lang und 2″ weit, faßt 14 Loth Pulver.

Das 0,25″ weite Zündloch steht 0,75″ vom Boden.

Die am Boden angebrachten Schildzapfen haben 2,75″ im Durchmesser und kurze Schildzapfenstreben.

Keine Henkel.

Gewicht 168 Pfd.

Die hölzerne Laffete, bestehend bisher aus zwei 2′ 7,50″ langen Wänden, die 4,50″ stark waren, und durch 2 Riegel und 3 Bolzen in ihrer Stellung erhalten wurden.

Auf dem vorderen Riegel befand sich ein einfacher Richtkeil, auf welchem das Rohr mit einer Elevation von 45° auflag.

Die Schildzapfen ruhen mit ihrer ganzen Stärke in dem entsprechend ausgeschnittenen Lager der Wände; die Pfanndeckel sind gerade Platten; vier Hanfösen dienen zum Transport des Mörsers.

Die Laffete wiegt 113 Pfd.

Die an der Laffete in Folge des erweiterten Gebrauches der 7pfündigen Mörser angebrachten Veränderungen sind nachstehend beschrieben.

Die Bombe ist die gewöhnliche 7pfündige Granate, 5,50" im Durchmesser, 0,80" Eisenstärke, 14¼ Pfd. schwer, faßt 1 Pfd. Pulver.

Der 7pfündige Mörser ist in seiner gegenwärtigen Einrichtung bestimmt, gegen die nahen Angriffsarbeiten, und umgekehrt aus diesen gegen die angegriffenen Theile der Festung zu wirken, insofern es hiebei nicht auf Zerstörung der feindlichen Werke selbst, sondern auf die Beunruhigung und Vertreibung der Besatzung, der Arbeiter ꝛc. ankommt.

Seine Anwendung geht daher in der Regel nicht über die Entfernung der zweiten Parallele (400 Schritt) hinaus, und in dieser Entfernung ist er am wirksamsten. Von 400 — 600 Schritt werden die Würfe aus demselben unsicher, über 600 Schritt hinaus wird man sich aber eines größern Kalibers bedienen müssen. An dem neuen Modell dieses Mörsers befindet sich eine Richtschraube, wodurch sich die bisherige konstante Elevation desselben von 45° verändern läßt.

Das geringe Gewicht der Bomben, so wie die geringe Sprengwirkung derselben, wird die Anwendung des in Rede stehenden Mörsers immer nur bei Beunruhigung und Vertreibung von Truppen, Arbeitern u. s. wirksam erscheinen lassen; dagegen läßt sich seine Gebrauchssphäre, sowohl in Betreff der Entfernungen, als in der Art der Anwendung, beträchtlich erweitern.

Während die Einführung des Handmörsers Gelegenheit giebt, sich desselben auf geringen Entfernungen in den meisten Fällen, in denen man bisher den 7pfündigen Mörser gebrauchte, zu bedienen, haben Versuche ergeben, daß der letztgenannte Mörser bei Anwendung neuer Bomben auf beträchtlich größeren Entfernungen mit Erfolg gebraucht werden kann, als bisher für zulässig erachtet ist.

Es betrug nämlich:

Mittlere Wurfweite.	Mittl. Längenabweichung. Schritt.		Mittl. Seitenabweichung. Schritt.	
Schritt.	30°.	45°.	30°.	45°.
100	8,45	8,24	0,65	0,85
200	11,55	11,26	1,82	2,37
300	13,86	13,51	3,32	4,32
400	15,78	15,37	5,09	6,62
500	17,44	17,00	7,08	9,22
600	18,94	18,45	9,27	12,07
700	20,30	19,78	11,65	15,17
800	21,55	21,00	14,20	18,48
900	22,72	22,51	16,90	22,00
1000	23,83	23,22	19,76	25,72
1100	24,87	24,24	22,75	29,62
1200	25,86	25,21	25,89	33,71

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens ist daher schon an und für sich betrachtet, selbst auf Entfernungen über 1000 Schritt, keineswegs unbedeutend, vergleicht man dieselbe aber noch mit der der größeren Mörserkaliber, so stellte sich bei einem in dieser Beziehung angestellten Versuch heraus:

a) daß in Bezug auf die Längestreuung das 7- und 10pfündige Kaliber in sich so gut als gar nicht verschieden sind, und zwischen dem 25pfündigen und 50pfündigen Kaliber die Mitte halten;

b) daß in Bezug auf die Seitenstreuung das 7- und 10pfündige Kaliber in sich zwar wenig von einander verschieden, doch gegen die größern Kaliber im Nachtheil stehen;

c) daß bei allen Mörserkalibern die Erhöhung von 30° eine größere Wahrscheinlichkeit des Treffens gewährt, als die von 45°.

Wenn man daher bei dem bisherigen Gebrauche der 7pfündigen Mörser in den Fällen, wo die Wirkung der Bombe vollkommen ausgereicht hätte, zu einem größern Kaliber seine Zuflucht nehmen mußte, sobald die Entfernung des Zieles mehr als 400 bis 600 Schritt betrug, wird man jetzt dem 7pfündigen Kaliber, wegen der größeren Wohlfeilheit, leichteren Placirung, geringeren Bedarfs an Bedienungs-Mannschaften ꝛc., den Vorzug geben; man wird sich beim Angriff und der Vertheidigung der Festungen desselben schon in und gegen die erste Parallele mit um so größerem Vortheile bedienen, als man das Feuer frühzeitig eröffnen kann, und als man noch dann in ökonomischer Hinsicht nicht unbedeutend gewinnt, wenn man mehr 7pfündige Mörser in Thätigkeit setzt, als man sonst Mörser eines größeren Kalibers aufgestellt haben würde.

Man wird jedoch aus dieser erweiterten Wirkungssphäre des 7pfündigen Mörsers nicht allein im Festungskriege, sondern auch selbst im Feldkriege Nutzen ziehen können, indem man, bei der großen Leichtigkeit der Fortschaffung dieses Mörsers und bei der Uebereinstimmung seines Kalibers mit dem der Feldhaubitzen, sich desselben mit Erfolg im Gebirgskriege, so wie beim Angriff und der Vertheidigung kleiner, zur Vertheidigung eingerichteter Ortschaften, bedienen kann.

Um den 7pfündigen Mörser unter den gedachten Umständen mit möglichst günstigem Erfolg benutzen zu können, war es wünschenswerth, der Lafette desselben solche Einrichtungen zu geben, daß man aus dem Mörser auch unter Erhöhungen von weniger als 45° werfen und demselben eine möglichst gleichmäßige und unveränderliche Stellung geben konnte. Die Möglichkeit, unter geringeren Elevationen als 45° werfen zu können, war um so wichtiger, als man dadurch nicht nur an Wahrscheinlichkeit des Treffens, sondern auch an Sprengwirkung der Bomben gewinnt, da dieselbe bekanntlich gegen Truppen und Arbeiter, gegen welche die 7pfündigen fast ausschließlich bestimmt sind, um so mehr wirken, je weniger tief sie vor ihrem Krepiren in den Boden eindringen, und als, wie weiter unten gezeigt wird, der 7pfündige Mörser bei geringen Elevationsgraden auch noch zum Rikoschettiren verwendet werden kann. Man beschränkte sich

daher nicht darauf, die Laffete so einzurichten, daß sie nur die Elevation von 45 und 30° zu nehmen gestattete, sondern stellte den vordern Riegel so, daß, wenn das Rohr bei entsprechender Wegnahme der inneren Kante der Wände vor dem Zapfenlager auf demselben auflag, dasselbe nur um 15° erhöht war. In diesem Riegel wurde eine Schraubenmutter angebracht, durch welche eine einfache, mit kurzen Kurbelarmen versehene Richtschraube geht, vermittelst deren das Rohr bis 45° elevirt werden kann, während dasselbe, wenn es auf dem Kopfe der ganz hineingeschraubten Richtschraube aufliegt, 30° elevirt ist.

Ohne die bisherige Aufstellungsart des Mörsers ohne Bettung, oder einer nur ganz leichten Nothbettung, so lange es sich nur um das Bewerfen von Zielen, die eine beträchtliche Flächenausdehnung haben, auf geringere Entfernungen handelt, zu beschränken, mußte eine sichere Stellung des Mörsers beim Bewerfen entfernter Ziele von nicht beträchtlicher Flächenausdehnung wünschenswerth sein. Die Laffete erhielt daher, wie die Laffeten der übrigen Bombenmörser, eine leichte Richtgabel und Skala, so wie einen leichten, zur Ausrüstung des Geschützes gehörigen Drehbolzen.

Die Bettung, deren man sich in Fällen, wie die vorerwähnten, bedient, besteht aus vier, der Länge nach neben einander gelegten Bettungsbohlen, oder, in Ermangelung derselben, aus Brettern, die jedoch unter einander eine gleiche Stärke haben müssen. Zur bessern Unterstützung dieser Bohlen, so wie zur Aufnahme des Drehbolzens, wird am vordern und hintern Ende derselben, so wie in der Mitte ein 4′ langes Stück Rippe quer untergelegt und die Bohlen auf demselben festgenagelt.

Durch diese Einrichtungen ist dem 7pfündigen Mörser nicht nur eine genügende Wahrscheinlichkeit des Treffens beim Werfen auf allen beim förmlichen Angriffe in der Regel vorkommenden Entfernungen gesichert, sondern derselbe kann auch wegen der zulässigen Elevation von 15° zum Rikoschettiren mit Vortheil benutzt werden, wo die Anwendung 7pfündiger Bomben für diesen Zweck zureichend erscheint, und wo die Höhe des Werkes eine beträchtliche Elevation und schwache Ladungen erfordert.

Ein Vergleichsversuch zwischen dem 7pfündigen Mörser, der 7pfündigen Haubitze und dem kurzen 24Pfünder hat nämlich ergeben,

daß, wenn man dem einen wie dem anderen Geſchütze die Elevation von 15° gab, und dabei die zur Erreichung von 700 Schritt erforderliche Ladung (7pfündige Mörſer 16 Loth, 7pfündige Haubitze 14 Loth, kurzer 24Pfünder 11 Loth) anwandte, der kurze 24Pfünder nicht nur der 7pfündigen Haubitze ſehr beträchtlich in der Wahrſcheinlichkeit des Treffens nachſtand, ſondern daß auch der 7pfündige Mörſer nicht nur der 7pfündigen Haubitze in der Wirkung gleichkam, ſondern ſelbſt etwas beſſer, als dieſe, traf, während die Geſchoſſe bei allen drei Geſchützen ihre Bahn noch 50 bis 200 Schritt weiter fortſetzten. Die Anwendung des 7pfündigen Mörſers wird daher in ſolchen Fällen wegen der Leichtigkeit ſeiner Fortſchaffung, ſeiner Placirung, ſo wie ſeiner Bedienung jedenfalls der der 7pfündigen Haubitze und des kurzen 24Pfünders vorzuziehen ſein.

In Bezug auf das Detail der Aufſtellung und Bedienung des Mörſers iſt Folgendes noch anzuführen: in dem Maaße, in dem man den Mörſer eine geringere Elevation giebt, muß derſelbe weiter von der Bruſtwehr abgerückt, alſo an Deckung gegen das feindliche Feuer mehr geopfert werden. Bei einer 8′ hohen Bruſtwehr mußte beiſpielsweiſe die Schildzapfenare des Mörſers von derſelben abgerückt werden, bei 45° Elevation 8′, bei 30° 12,8′, bei 23° 17,5′ bei 50° 27,6′. Dieſem Uebelſtande würde dadurch zu begegnen ſein, 1) daß man, ſo weit es der vorliegende Zweck geſtattet, die Elevation der jedesmaligen Höhe der vorliegenden Bruſtwehr, mit Berückſichtigung der erforderlichen Deckung, anpaßt; 2) daß man, wie bei den bedeckten Mörſerbatterien, die innere Krete der Bruſtwehr abkantet; 3) daß da, wo keine beträchtlichen Veränderungen in der Seitenrichtung erforderlich ſind, nach vorn erhöhte Scharten, wie in den Rikoſchettbatterien, eingeſchnitten werden; 4) daß man, z. B. in geſenkten Batterien, den Stand des Mörſers nicht ausſticht, ſondern den natürlichen Horizont in der nöthigen Größe zur Aufſtellung des Mörſers ſtehen läßt, während der Reſt des Grabens wie gewöhnlich ausgehoben wird, oder daß man dem Mörſer auf irgend eine andere angemeſſene Weiſe eine erhöhte Stellung hinter der Bruſtwehr verſchafft.

Wirft man bei geringer Elevation mit ſtarken Ladungen, ſo läuft der Mörſer häufig von der Bettung herunter; bei ſeiner Leichtigkeit kann dies aber keinen erheblich ſtörenden Einfluß auf die Bedienung

deſſelben äußern, während man ſich häufig durch die Neigung der Bettung nach vorn, durch unter die Laffete geſteckte Keile und dergleichen mehr wird helfen können, und eben dadurch in Stand geſetzt wird, wenn es ſonſt wünſchenswerth ſcheint, mit noch kleineren Elevationen, als der durch die Einrichtung bedingten von 15°, werfen zu können.

Bedient man ſich ſtarker Ladungen, ſo hat man, namentlich bei geringen Elevationen, das Verſtreuen der Pulverladung im Keſſel zu fürchten; man muß ſich daher entweder der Papierkartuſchen bedienen (bei der Elevation von 15° immer), oder das Rohr durch einen Mann der Bedienungsmannſchaft bis zu einer Erhöhung von etwa 60° aufrichten und die Ladung mittelſt des Ladetrichters einſchütten laſſen, worauf das Rohr langſam auf die Richtſchraube niederzulaſſen iſt.

Soll die Elevation beträchtlich verändert werden, ſo wird das Rohr, wie oben erwähnt, durch einen Mann der Bedienungsmannſchaft mit den Händen gehoben, und unterdeß die Richtſchraube durch die zweite Bedienungsnummer heraus- oder hereingeſchraubt.

2) Brand-Bomben.

Alle bisher üblichen Brandſätze hatten, abgeſehen von der mehr oder weniger gefahrvollen, umſtändlichen und unreinlichen Bearbeitung, im Ganzen wenig Zündkraft. Dieſer Mangel entſtand beſonders dadurch, daß ſie, wenn ſie in geſchloſſenen Geſchoſſen angewendet wurden, die Ausſtrömungslöcher oft verſtopften, und ſo entweder die Wirkung nach der einen Richtung hin ganz verhinderten oder nach einiger Zeit dieſe Löcher mit einer ſtarken Exploſion öffneten, und dadurch ein etwa entſtandenes Brennen des zu entzündenden Gegenſtandes wieder verlöſchten. Theils um dieſe angedeuteten Mängel zu beſeitigen, theils aber auch um die Ausführbarkeit der von dem verſtorbenen Hauptmann Meyer zuerſt in Anregung gebrachten Vereinfachung der Feuerwerksſätze überhaupt praktiſch zu prüfen, wurde eine ausgedehnte Reihe von Verſuchen bei allen Artilleriebrigaden, ſo wie bei der Artillerie-Prüfungs-Commiſſion angeordnet, deren Reſultate im Weſentlichen nachſtehend mitgetheilt werden ſollen.

Satz.

Als Basis bei Anfertigung aller versuchter Sätze wurde ein Satz von 75 Salpeter, 25 Schwefel } Sapeterschwefel, 7 Mehlpulver benutzt.

Bei den Versuchen stellte sich heraus:

Brand-Granaten oder -Bomben nur mit Sätzen in Staubform zu füllen ist unzulässig, weil der Satz sich ohne Bindemittel nicht fest genug komprimiren läßt, um dem Stoße der Geschützladung beim Abfeuern zu widerstehen, und resp. Explosionen zu vermeiden.

Als Bindemittel können sowohl Oele — ätherische und fette — als auch Harze oder Theer angewendet werden.

Oele geben dem Satze nicht die erforderliche Festigkeit, die fetten haben außerdem noch den Nachtheil, daß der Satz bei längerer Aufbewahrung der Geschosse schwer entzündlich und spröde wird.

Theer verhindert den Satz ganz fest zu werden, macht denselben weniger zündfähig, und bewirkt, daß beim Brennen viel Schlacken zurückbleiben.

Am günstigsten zeigte sich ein Zusatz von Kolophon.

So viel Vortheile auch die Anwendung kalter Sätze gewährt, so zeigten die Versuche doch, daß, wenn der Satz mit geschmolzenem Kolophon über Feuer bearbeitet wird, die mit demselben gefüllten Geschosse am regelmäßigsten und zugleich am längsten brannten, am sichersten zündeten, durch den Stoß beim Abfeuern am wenigsten litten, und beim Werfen nach dem Einfallen am besten fortbrannten. Der warme Satz erhärtet schneller, die gefüllten Geschosse können frühzeitiger mit Zündung versehen werden.

Ob man bei den kaltbereiteten Sätzen das Kolophon vorher in Terpenthinöl auflöste, und mit dieser mehr oder weniger verdünnten Auflösung den Fundamentalsatz anfeuchtete, oder dem letzten gepulvertes Kolophon beimengte, und denselben dann mit Terpenthinöl anfeuchtete, änderte das Hauptresultat, namentlich den Vorzug des warm bereiteten Satzes gar nicht.

Der jetzt eingeführte Satz besteht daher aus

75 Theilen gekleintem Salpeter,
25 „ pulverisirtem Schwefel,
7 „ Mehlpulver,

und auf jedes Pfund dieser Mengung 10 Loth Kolophon in Stücken.

Salpeter, Schwefel und Mehlpulver werden zuerst in Quantitäten von etwa bis zu 12 Pfd. in der Mengtrommel mit 3 mal so viel Metallkugeln bearbeitet.

Das Kolophon wird in einem Grapen, wie bei der Anfertigung der Leuchtkugeln, geschmolzen, und, nachdem das letzte Stück geschmolzen ist, etwa 3 Minuten stehen gelassen, der in mehreren Mulden vertheilte Satz allmählig eingeschüttet und mit Brechhölzern, die nur wenig mit Leinöl angefeuchtet sind, untergerührt.

Die Geschosse.

Die 7pfündigen und 10pfündigen Brandgranaten waren schon früher besonders deshalb ohne Sprengboden gefertigt worden, weil dieselben sonst zu wenig Brandsatz enthalten.

Diese Maaßregel ist jetzt allgemein auch auf alle größeren Kaliber ausgedehnt worden; die dafür sprechenden Gründe sind nachstehende:

Die Geschosse entsprechen dadurch, daß sie mehr Brandsatz enthalten, ihrer eigentlichen Bestimmung vollständiger.

Sie sind leichter und einfacher zu fertigen und wohlfeiler.

Man erspart mancherlei Geräthe beim Laden derselben.

Der Sprengboden muß, wenn er nicht häufig schon beim Füllen und Laden der Geschosse zertrümmert werden soll, aus Schmiedeeisen gefertigt werden. Alsdann verbindet er sich aber nicht immer genau mit der Wand des Geschosses, und so ereignet es sich nicht selten, daß die Sprengladung sogleich entzündet wird, wenn der Brandsatz Feuer gefangen hat, namentlich wenn derselbe bei längerer Aufbewahrung oder mangelhafter Fertigung sich von den Wänden des Geschosses abgelöst hat, so daß die Zündwirkung gänzlich verloren geht.

Endlich ist der Feuerstrahl besonders bei den größeren Brandbomben auch so heftig, daß sich schwerlich Jemand nahe genug heranwagen dürfte, um sie in Bezug auf das Zünden unschädlich zu machen.

Durch die Weglaſſung des Sprengbodens fällt gegenwärtig das Gewicht der 25pfündigen Brandbomben zwiſchen 37½ und 45½ Pfund, das der 50pfündigen zwiſchen 80¼ und 94½ Pfund. Die Abſicht, ſowohl die ſichere Entzündung des Brandſatzes als die Zündfähigkeit deſſelben durch die Erweiterung der Brandlöcher zu ſteigern, wurde nicht erreicht.

Günſtiger wirkten in dieſer Beziehung nachſtehende gegenwärtig eingeführten Einrichtungen.

Iſt der Satz, wie oben beſchrieben, bearbeitet, ſo daß er eine derbe, breiartige Maſſe bildet, ſo wird er, wie bei den Leuchtkugeln, in die Geſchoſſe gebracht; vorher aber werden alle (bei den 25pfündigen und 50pfündigen alle bis auf eins, um das ſchnelle Füllen zu erleichtern) Seitenbrandlöcher mit ſogenannnten Brandlochfuttern verſchloſſen. Dieſe ſind aus hartem Holze gedreht, im oberen Theile bis auf 0,20″ von unten cylinderiſch, oben 0,06″ ſtärker, und unten 0,05″ ſchwächer, als die vorſchriftsmäßige Weite der Brandlöcher beträgt, der untere Theil iſt in der Länge von 0,20″ koniſch abgedreht; die ganze Höhe beträgt 0,10″ mehr, als die Eiſenſtärke des Geſchoſſes. In der Mitte ſind ſie in der Weite von 0,50″ durchbohrt; die untere Fläche iſt ausgehöhlt, ſo daß die Holzſtärke daſelbſt nur 0,08″ beträgt. Sie werden vermittelſt eines Schlägels feſt und ſo weit eingetrieben, daß ihre obere Fläche ſich mit der Oberfläche der Geſchoſſe vergleicht.

Iſt das Geſchoß durch das Mundloch und reſp. eine Brandloch vollſtändig mit Satz gefüllt, wobei daſſelbe, damit der Satz ſich beſſer ſetzt, von Zeit zu Zeit auf die Stopfbank aufgeſtoßen wird, ſo ſchließt man auch dieſe Löcher mit Brandlochfuttern, und treibt nun ſämmtliche Futter ſo weit ein, daß ihre Oberfläche etwa 0,10″ unter der Oberfläche des Geſchoſſes verſenkt iſt.

Dieſe Brandlochfutter gewähren den Vortheil, daß die Brandlöcher ſich durch die Schlacke nicht ſo leicht verſtopfen, indem ſie dem Feuerſtrahle anfänglich nur eine kleine Oeffnung darbieten, die ſich aber durch das Ausbrennen in dem Maaße erweitert, als derſelbe heftiger wird.

Um nun eine hinlänglich ſichere Entzündung des Brandſatzes zu bewirken, werden durch ſämmtliche Brandlochfutter mit Zehrungsſatz geſchlagene Satzröhrchen bei den:

7pfündigen Brandbomben bis auf 3½",
10pfündigen " " " 4½",
25 u. 50pfdgen " " " 4½",

in den noch warmen Satz eingetrieben, und zwar so, daß sich der mit Mehlpulver gefütterte Theil derselben 0,50", lang oberhalb im Brandlochfutter befindet. Nach dem Erkalten des Brandsatzes wird das Röhrchen bis an das Futter, über welches dasselbe höchstens 0,25" hervorragen darf, abgeschnitten, der Satz darin etwas aufgekratzt, und so wie die ganze Vertiefung über dem Brandlochfutter mit dünner Anfeuerung ausgestrichen, mit Mehlpulver bestreut und das Geschoß wie gewöhnlich beplattet.

Hätte sich der Brandsatz in den Brandlochfuttern schon etwas verhärtet, so wird zuerst ein eiserner Stift durchgeschlagen, und dann das Satzröhrchen wie vorhin eingetrieben.

Die Papierhülsen zu den Satzröhrchen werden in einer Stärke von 0,45" Bohrung über einer Winde von 0,42" Stärke, so lang als erforderlich ist, wie die Schwärmer rollirt, jedoch wird das Ende des aufrollirten Papiers mit Kleister festgeklebt; das eine Ende wird gewürgt, das andere etwa ¾" hoch beleimt.

Man schlägt die Hülse zuerst etwa ¾" hoch voll Mehlpulver, den übrigen Theil mit Zehrungssatz.

Beim Gebrauch wird der untere Bund bis auf das Mehlpulver, der obere Theil so weit abgeschnitten, als es die für den jedesmaligen Zweck festgestellte Länge erfordert.

VI.

Uebersicht
der neuern Literatur der Artillerie-Wissenschaft
von 1760 bis 1841.

Sachlich geordnet von Slevogt, Hauptmann der Artillerie.

(Fortsetzung.)

Abschnitt IX.

Organisation, Elementar-Taktik und Ausbildung der Artillerie.

Wir glauben, diesen Abschnitt ohne große Erläuterungen folgen lassen zu können. Es ist in demselben die Elementartaktik mit aufgenommen worden, um den verschiedenen Abschnitten gleichen Umfang zu geben, obwohl sie mit der Gefechtslehre in sehr naher Beziehung steht.

a. Werke allgemeinen Inhalts.

1) Betrachtungen über die reitende Artillerie, deren Organisation, Gebrauch und Taktik. Leipzig 1803.
2) Die reitende Artillerie; deren Organisation, Gebrauch und Taktik. Bartenstein 1812 — 1814.
3) Ueber reitende Artillerie, was sie ist, sein sollte und sein könnte. Leipzig 1818.
4) System der reitenden Artillerie. Leipzig 1823. (Vom damaligen Oberst Monhaupt.)

5) v. Grevenitz. (W.) Organisation und Taktik der Artillerie und Geschichte ihrer taktischen Ausbildung. 2 Bände. Berlin 1823.
6) Ricci. (Maréchal de Camp d'artillerie.) Essai sur l'instruction dans les écoles d'artillerie et sur l'organisation de ces établissements. (brochure.) Paris 1823.
7) Hartmann. Waffenlehre und Taktik. Als Einleitung zum Vortrage über den kleinen Krieg. Berlin 1824.
8) Poumet. Instruction sur l'artillerie de campagne. 1824.
9) Reitende u. fahrende Artillerie, eine Parallele. Darmstadt 1826.
10) le Bourg, (J. H., Chef d'escadr.) Essai sur l'organisation de l'artillerie et son emploi dans la guerre de campagne. Paris 1836.

b. Organisation.

1) Saueracker, (der ältere dieses Namens). Von der Eintheilung, der Bespannung und dem Transport des Geschützes und Hülfsmittel bei schadhaft gewordenen. Breda 1782.
2) Müller, Systematische Abhandlung über das Fuhrwesen der Artillerie. 1787.
3) Bureau de Pury. De la réunion des mineurs au corps du Genie et de celle du Génie à l'Artillerie. 1790.
4) Projet d'établissement d'une école d'Artillerie et d'un arsenal de construction à Moulins. 1791.
5) Lespinasse. Essai sur l'organisation de l'arme de l'Artillerie. Paris 1800. — Deutsche Uebersetzung von Högelmüller. Dresden 1801 — 1811; eine zweite Schandau 1801.
6) Allent. Mémoire sur la réunion de l'Artillerie et du Génie. Paris 1801.
7) Seume. Ueber Bewaffnung. Leipzig 1804.
8) Evain. Collection des lois sur l'Artillerie. 1817.
9) Frazer. Remarks on the organisation of the corps of Artillery in the british service. London 1818.
10) Hübler. Das Militair-Fuhrwesen bei der k. k. Oestreichischen Armee. 1825.
11) v. Tennecker. Das Artillerie- und Militair-Fuhrwesen in seinem ganzen Umfange. Leipzig 1826.

12) Tirlet. (Lieutenant-géner.) Projet d'organisation du personel des troupes du Corps Royal de l'Artillerie. 8vo. 1828.

13) v. Breithaupt. Allgemeiner Umriß für eine neue Organisation der Artillerie. Ludwigsburg 1830.

14) Défense de l'organisation du Corps Royal de l'Artillerie. (Ordonn. du 5. Août 1829) Strasbourg 1830. — Hierauf: Un mot de réponse au mémoire de l'Artillerie à pied, intitulé: Défense de l'organisation du Corps Royal de l'Artillerie. Strasb. 1830.

15) Quelques observations sur un mémoire intitulé: Défense de l'organisation du Corps Royal d'Artillerie par des officiers sortant des régimens à pied de cette arme. Strasbourg 1830.

16) État militaire du Corps de l'Artillerie de France. Strasbourg 1830.

17) Duchand. (Général, Commandant l'École régimentaire d'Artillerie de Metz.) Observations critiques sur l'organisation nouvelle de l'Artillerie. Metz et Paris 1833.

18) Desaintemarie. (Chef d'escadr.) Réponse aux observations critiques sur l'organisation nouvelle de l'Artillerie etc. par un officier superieur du 2me. Régt. d'Artilerie. Metz 1833.

19) Dissertation sur l'organisation actuelle du personel de de l'Artillerie par un officier superieur de l'arme. (brochure.) Paris 1834.

20) État militaire du Corps Royal de l'Artillerie en France. Publié sur les documents du ministère de la guerre et avec autorisation du ministre. Strasbourg 1840.

21) Die Preußische Artillerie in ihrer Stellung zu den übrigen Waffen des Preuß. Heeres. Von einem deutschen Artillerie-Officier. Leipzig 1841. — Hierauf: Beleuchtung der Ansichten eines deutschen Artillerie-Officiers u. s. w. Leipzig 1842.

c. Elementartaktik, Ausbildung und Dienstvorschriften der Landartillerie.

1) Reglement, die Studia und Exercitia des Schaumburg-Lippe-Bückeburgischen Ingenieurs und Artilleristen betreffend. Stadthagen 1770.

2) **Demeuve de Villeparc.** Traité des manoeuvres de l'Artillerie. Grenoble 1774. Deutsch: Dresden 1787. Unter dem Titel: Der Artillerist in Verlegenheit oder Abhandlung von den mechanischen Handgriffen und Vortheilen bei der Artillerie, besonders im Felde. Neue Auflage 1825, übersetzt von Orbeuil genannt Budbach.

3) Ordonnances du Roi concernant le Corps Royal de l'Artillerie du 3. Octbr. 1774 et du 3. Novbr. 1776. Paris et Metz 1777.

4) Abrahamsom. Der Artillerist in Verlegenheit. 1780.

5) d'Antoni. (A. v. P.) Maneggiamento delle machine dell' artigleria. Torino 1782.

6) Dienstreglement für die Chur-Braunschweigische Infanterie, Cavallerie und Artillerie. 4 Bände. 1785 — 88. — Der zweite Theil enthält das Dienst-Reglement für die Artillerie. Hannover 1787.

7) Instruction générale sur le service de toutes les bouches à feu en usage dans l'Artillerie. Metz 1786.

8) Instruction für die Zimmerleute, welche die Bataillonskanonen bedienen. Berlin 1787.

9) S. Julien. Instruction sur les manoeuvres et le tir du canon de bataille. 1792.

10) Bricard. Manoeuvre d'une pièce de 4. de campagne. 1792.

11) Manoeuvres d'une pièce de 4. de campagne avec tous les mouvements que chaque canonier doit faire. Paris 1792.

12) Manuel du canonier ou service de toutes les bouches à feu. Paris 1792, 1812, 1815.

13) Lombard. Instruction sur la manoeuvre et le tir du canon de bataille. 1792.

14) St. Martin. Manoeuvres de l'Artillerie à cheval, an VII. (1799.)

15) Treatise on the exercice of great guns as practiced by the Royal Artillery, for the general use of such persons, as on the present emergency may by called to the service 1803.

16) Prébois. Traité des manoeuvres du canon à l'usage de l'Artillerie du Canton de Vaud. 1805.

17) Clement. Essai sur l'Artillerie à cheval et observations sur les armes à feu portatives. Pavia et Paris 1808. Deutſch von Hoyer. 1812 und 1821.

18) Collection des lois, arrêtés et reglements sur les differents services de l'Artillerie. Paris 1868.

19) Hulot. Instruction sur le service de l'Artillerie à l'usage des éléves des écoles militaires de St. Cyr et de St. Germain. 2me edit. Revue et augmentée par Bigot. 1808, 1809, 1813.

20) Instruction sur se service des bouches à feu en usage dans l'Artillerie. Paris 1809.

21) Kosziusko. Manoeuvres of horse-artillery by general Kosziusko written at Paris in the year 1800 at the request of general Wm. R. Davie, then envoy ed from the united states to France. Translated, with notes and descriptive plates by Jonathan Williams. London 1809. (Iſt weiter nichts, als eine Kopie der franz. Exerciervorſchrift und Kosziusko's Name wahrſcheinlich Spekulation des Buchhändlers.)

22) Projet d'ordonnance provisoire pour l'Artillerie, concernant l'école et les manoeuvres des batteries de campagne. 1809.

23) Manoeuvres des batteries de campagne pour l'Artillerie de la Garde. Paris 1810, 12, 14, 16, 18, 19, 20, 21. Metz 1812. Strasbourg 1813, 15.

24) Instruction générale sur le service des bouches à feu. Toulon 1811.

25) Petit manuel du canonier ou instruction générale sur le service de toutes les bouches à feu. Lille 1811. Paris 1812.

26) Exercier-Reglement für die Königlich Preußische Artillerie. Berlin 1812.

27) Mémorial du canonier, ou instruction générale tant pour le service des pièces de siège et de bataille que pour les manoeuvres de chêvre et de force. 1814.

28) Manoeuvres en usage dans l'Artillerie. 1814.

29) Evain. Tableau synoptique de l'instruction speciale pour le service du Corps Royal d'Artillerie. 1814. Erste Ausg. vom Gen. Dedon um das Jahr 1800.

30) Bigot. Manoeuvres de force en usage dans l'Artillerie. 1814.

31) Instruction sur le tir à boulets rouges. 1814.

32) (Gerin.) Des manoeuvres de force et de chêvre en usage dans l'Artillerie. 18mo. 1815.

33) Piccolo manuale del canoniere, ossia instruzzione generale concernente il servigio di tutte le bocche di fouco in uso nell' Artigleria. Livorno 1815.

34) Instruction sur le service de la pièce de 6. pour la garde nationale de Lyon. 1816.

35) Essai sur les monoeuvres et les exercices d'Artillerie. Douay 1816.

36) Projet d'instruction pour le service des bouches à feu, presenté au comité central de l'Artillerie par des officiers de l'arme. Metz 1816.

37) Poumet. Essai sur l'art de pointer toute espèce d'armes à feu et particulièrement les pièces de campagne. Paris 1816.

38) Projet d'ordonnance portant reglement sur le service et l'instruction du Corps Royal d'Artillerie dans les écoles. 22. Avril 1817.

39) Exercier-Reglement für die Großherzoglich Badensche Artillerie. Carlsruhe 1817.

40) Exercices et manoeuvres du Corps de l'Artillerie. 1818.

41) Collection de desseins réprésentants les principales positions du canonier. 36 feuilles. 1822, 1825.

42) Seelig. Onderwys in de beweging der laasten vor Artilleristen etc. Delft 1822. Davon eine deutsche Uebersetzung.

43) Verzeichniß der bei der Artillerie gebräuchlichen Seil-Manöver. 1823.

44) Tableaux des comandements des manoeuvres des batteries de campagne. Paris 1823.

45) Manopere di forza al uso del Corpo Reale d'Artigleria di S. M. il Re di Sardegna. Torino 1823.

46) Projet de réglement pour les manoeuvres de l'Artillerie redigé par ordre du ministre de la guerre. 1824. Auszug davon für die Unteroffiziere. 1824.

47) Unterrichtsschriften für das Großherzoglich Badensche Artilleriekorps. 3 Theile. Carlsruhe 1829.

48) Instructions provisoires sur le service des bouches à feu et sur les manoeuvres de batterie des 11. et 15. Mai 1830. Avec le tableau des senneries. Paris et Strasbourg.

49) Mahmud-Reis-Effendi. Tableau des nouveaux reglements de l'Empire ottoman. Les reglements 5 — 10. concernent l'Artillerie. 1830.

50) Reglement sur le service interieur la police et la discipline des troupes d'Artillerie. 1830. Auszug davon für die Unterofficiere. 1830.

51) Luez. (A. P.) Notice pratique sur le service des bouches à feu de bataille de siège, de place et de côte. Arras 1831.

52) Uittreksel uit het reglement op de exercitien der artillerie betrekkelijt de bediening van het batterij-en werpgeschut, gevolged van bepalingen wegens de behandeling van den sabel by de artillerie te voet, ten de artillerie compagnien by de schutterijen. Breda 1831.

53) Reglemente för Fält-Artilleriets-Exercis. Stockholm 1833.

54) Handleiding vor de exercitien van het belagerings en vestingsgeschut uitgetrokken en gegrond op de deswege bestaande verordeningen vor het wapen der artillerie. Tweede verbeterde druk. Gorinchem 1833.

55) Instructions and regulations for the service and movements of the royal horse artillery. By ordre of the master general of the ordnance. 2d. edit. London 1835.

56) Instructions and regulations of the service and management of heavy ordnance, for the royal regiment of artillery. Woolwich 1835.

57) Réglement sur les manoeuvres et les évolutions des batteries attelées. Approuvé par le Roi le 12. Mars 1836. Paris 1836, 1838.

58) Verzameling van voorschriften vor de dienst en het beheer van het materiel der artillerie te velde. Behoorende tot de circulaire van 2. Novbr. 1836. Breda 1837.

59) Aanhangsel op de batteryschool, ten dienste en beoefening der batteryen te velde. Behoort by circulaire van 2. Novbr. 1836. Breda 1838.

60) Réglement sur les manoeuvres et les évolutions des batteries attelées. 33 planches. Paris 1838.

61) Lesecq de Crepy. Cours d'instruction speciale à l'usage des sousofficiers des régiments d'Artillerie. 2me. édition. Metz 1838.

62) Réglement prescrit à l'Artillerie de la garde nationale de Rouen pour le service des bouches à feu de bataille. Rouen 1838.

63) Navaro Sangran. (Général.) Systeme de pointage généralement applicable à toutes les bouches à feu. 1838.

64) v. Decker. (E.) Anſichten über den Gebrauch der Feldartillerie bei den Feldmanövern der Truppen. Berlin 1839.

65) Instruction sur le service de l'obusier de montagne et sur l'execution des manoeuvres d'une batterie d'obusiers de montagne. Strasbourg 1839.

66) Exercier-Reglement für die eidgenöſſiſche Artillerie. Feldgeſchütz-ſchule. Von der eidgenöſſ. Militairaufſichtsbehörde vorläufig genehmigte Ausgabe. Zürich 1840.

67) Exercier-Reglement für die eidgenöſſ. Artillerie. Zürich 1840.

68) Griffiths. (F. A.) The artillerists manual and Compendium of military instruction. London 1840.

69) Projeterad Reglemente for Ridande Artilleriets Batterie Exercis. Christianstadt 1841.

70) Ulloa. (Hieronymus.) Sunto della tattica delle tre armi. Zeit ? Der Verfaſſer iſt Artillerie-Officier in Neapolitaniſchen Dienſten.

d. Bedienung der Küſten- und Marine-Artilerie.

1) Mountain. (Wm.) (Siehe VIII. a. 2.)

2) Durosel. Introduction à la manière de manoeuvrer le canon nautique. 1793.

3) Cornibert. Manuel du canonier marin. An IX. (1801) und 1807.

4) Congreve. Elementary treatise on the mounting of naval ordnance. London 1811.

5) Exercice et manoeuvres des bouches à feu à bord des vaisseaux de St. Majesté. Brest 1811.

6) Instruction à l'usage des canoniers garde-côte. 1812.

7) Montgéry. Regles de pointage à bord de vaisseaux. 1816.

8) Michel. Mémorial de l'artilleur marin. Paris 1828 — 1837.

9) Beauchant. (T. S.). The naval gunner, containing a correct method of disparting any piece of ordnance. London 1829.

10) Exercis-Reglemente för Kongl. Majts. Flotta. 2da Afdeln. För Kanonslupar, Kanonsjollar och Mörsare-Fartyg. Stockholm 1836.

11) Churucca. Instruction sur le pointage de l'artillerie à bord des bâtimens par l'Amiral espagnol Churucca traduit par Charpentier. 1837.

12) Instruction sur le canonage à bord, à l'usage des maîtres et seconds maîtres canoniers de l'Ecole d'artillerie navale. Paris 1839.

13) Mémoire sur la défense et l'armement des côtes avec les plans et instructions approuvés par Napoleon, concernant les batteries de côte etc. Paris 1839.

14) **Douglas.** Verhandeling over de zee-artillerie, uitgegeven med goedkoewing and testemming van de Lords-Commissarien der Admiraliteit. Nach der zweiten Ausgabe des englischen Originals. Vlissingen 1840.

Bemerkung. Die über die reitende Artillerie bis jetzt erschienenen Schriften befinden sich:

Im Abschnitt IX. a. 1, 2, 3, 4, 9. b. 6 und c. 11, 14, 18.

Im folgenden Abschnitt X. 6, 13, 18 und 21.

Außerdem befinden sich interessante historische Nachrichten über diese Waffe im **Précis des evenements militaires** von **Matthieu Dumas** und in **Urtubie (III. b. 5)**.

Abschnitt X.

Gebrauch der Artillerie.

Ueber den Gebrauch der Artillerie haben bereits mehrere ältere Schriftsteller geschrieben, aber was sie darbieten ist ohne Zusammenhang mit den übrigen Zweigen der Kriegskunst und ohne vollkommene Kenntniß der Wirkungen der Artillerie, welche sich erst in der neuesten Zeit ausgebildet hat, geschrieben. Die eigentlichen Schöpfer und Beförderer des Gebrauchs der Artillerie waren und mußten diejenigen Heerführer sein, welche mit einer unumschränkten Gewalt über die Organisation ihrer Streitkräfte disponiren konnten; daher haben auch Karl der Kühne von Burgund, Karl VIII. von Frankreich, Kaiser Karl V., Heinrich IV. von Frankreich, Gustav Adolph, Friedrich II. und Napoleon mehr dazu beitragen, den Gebrauch der Waffe auszubilden, als es irgend ein Schriftsteller gekonnt hätte: Dieser kann nur das Organ dieser Fortschritte werden, oder er muß unausbleiblich in den Fehler verfallen, von einer ganz willkührlich gewählten Basis auszugehen.

Als der Vater des Gebrauchs der Feldartillerie wird der Marquis de Santa Cruz-Marzenado in seinen Gedanken von Kriegs- und

Staatsgeschäften (1724) und nach ihm du Puget (1771) betrachtet. Nach dieser Zeit ist der Gegenstand von einer ziemlich großen Zahl von Schriftstellern behandelt worden, welche zum Theil nicht ausschließlich von demselben sprechen. Hierher gehören

aus Abschnitt III. Urtubie (b. 5), v. Smola (b. 15), Bonaparte (b. 16), Struensee (c. 2), Mesnil-Durand (c. 14), die meisten Polemiker über die Gribeauvalsche Reform, Morla (c. 30), v. Scharnhorst (c. 34), Luther (c. 36), v. Borkenstein (c. 69), v. Breithaupt (c. 72), du Vignau (c. 84);

aus Abschnitt V. Allix (a. 13 u. 15), v. Breithaupt (a. 14), Poumet (a. 19);

aus Abschnitt IX. Reitende Artillerie (a. 1 bis 4), v. Grevenitz (a. 5), Poumet (a. 8), le Bourg (a. 10), Lespinasse (b. 5), Clement (c. 16) und fast alle Exercier-Reglements der verschiedenen Feldartillerien, insofern die Bewegungen und die Bedienung der Geschütze auf die Wirkung der Waffe in den Gefechten von Einfluß sind.

Der Gebrauch der Feldartillerien mußte ferner von einer Menge von Werken berührt werden, welche der Kriegskunst im Allgemeinen gewidmet sind und welche hier anzuführen der Raum nicht gestattet. Das wirksamste Studium für diesen Zweig wird aber immer das der Kriegsgeschichte bleiben, und zwar vorzugsweise derjenigen Werke, welche sich auf die neueste Zeit beziehen und welche die Führung der Gefechte mit den meisten Details erzählen.

Der Gebrauch der Artillerie im Belagerungskriege ist ebenfalls in mehreren Werken von gemischtem Inhalt abgehandelt worden; namentlich haben sich Urtubie, Gassendi, Smola, Bonaparte, Morla, Andréossy, Chasseloup, Borkenstein und Breithaupt mit demselben beschäftiget. Das neuerdings aufgestellte System des beschleunigten Festungsangriffs ist besonders in den historischen Schriften von Jones, Marscholl Suchet, Blesson, v. Cyriacy und John May (Abschnitt V. b. 25) charakterisirt und der Gebrauch der Artillerie dabei nachgewiesen. Es wäre noch zu wünschen, daß die Verhältnisse dargestellt würden, welche sich bei dem Angriff und der Vertheidigung der seit dem letzten Kriege entstandenen fortifikatorischen Formen gestalten werden.

Für den Gebrauch der Küstenartillerie befinden sich in Gassendi's Aide-memoire einige Aufsätze, auf welche wir aufmerksam machen wollen. In England sind über diesen Gegenstand, so wie über den Gebrauch der Marine-Artillerie wahrscheinlich noch mehrere Schriften vorhanden, welche uns nicht bekannt geworden sind.

a. Gebrauch der Artillerie im Allgemeinen.

1) **Essai sur l'usage de l'artillerie dans la guerre de campagne et dans celle des sièges. Amsterdam 1771. 8vo.** und **Recueil de quelques petits ouvrages, qui peuvent servir de supplement à l'essai de l'usage de l'artillerie. 8vo. Amsterdam 1771.**

Der Verfasser ist nicht genannt, weil dieses Werk unrechtmäßigerweise von einem Andern herausgegeben wurde. Erst später wurde der Oberst-Lieuten. du Puget als Autor bekannt. Deutsche Uebersetzung: Versuch über den Gebrauch der Artillerie im Kriege. Aus dem Franz. von einem Königl. Preuß. Officier. Berlin 1773 — 75.

(v. Tempelhoff.) **Extrait de l'usage de l'artillerie.** Auch deutsch von Gaudi. Wesel 1782.

2) **d'Antoni. (A. V. P.) Dell' artigleria pratica per le Regie scuole d'Artigleria e di Fortificazione, parte II.** (Der erste Theil von Tignola, siehe Abschnitt III. c. 22) **ovvero Incumbenze degl' Artigleria in tempo di guerra. Torino 1775.** 2te Ausgabe unter dem Titel: **Dell' uso delle armi da fuoco, d'artigleria e fortificazione. Torino 1780.** Franz. Uebersetzung mit Zusätzen von Mont-Rozard. Paris 1780 und von St. Auban 1785. Nach dieser eine deutsche von Malherbe. Dresden 1782. Englische von Thompson. London 1789.

3) Auszug aus des Marquis Santa-Cruz-Marzenado Gedanken von Kriegs- und Staatsgeschäften von F. W. Zanthier. Göttingen 1775. 8vo. (Spricht vom Gebrauch der Artillerie.)

4) Anleitung, wie ein junger Artillerieofficier in seinem Fache eine richtige Beurtheilungskraft nach Grundsätzen erlangt. Freiberg

1785. Ist vom Sächs. Artillerie-Lieut. v. Rabe, und bezieht sich meist auf den Kriegsdienst der Artillerie.

5) Pabst. Das Richten und der Gebrauch der Geschütze. Darmstadt 1825.

6) d'Ayala. Delle vicende dell' Artigleria. 1837. (?)

7) Okounef. Examen raisonné des proprietés des trois armes etc. 1832.

8) Harder. (H. W., Hauptmann.) Gebrauch der Artillerie vor dem Feinde, erläutert durch Beispiele aus der Kriegsgeschichte. Berlin 1835 u. folg. Jahre.

9) Giustiniani. (Henry de) Essai sur la tactique des trois armes isolées et réunies. 1 vol. 8vo. Paris et Turin 1841. (Der Verfasser ist Lieutenant in Königlich Sardinischen Diensten.)

b. Gebrauch der Artillerie im Feldkriege.

1) Instruction für die Artillerie. d. d. Potsdam den 3. Mai 1768. (Abgedruckt in der Geschichte der Brandenb. Preuß. Artillerie von v. Malinowski und v. Bonin. 1840.)

2) L'ordre profond et l'ordre mince considéré par rapport aux effets de l'artillerie. Reponse de l'auteur de l'artill. nouvelle à Mrs. Dumesnil-Durand et de Maizeroi. 8vo. Metz 1776.

3) Tronson du Coudray. Discussion de l'ordre profond et de l'ordre mince ou examen des systemes des Mrs. Dumesnil-Durand et de Maizeroi. 8vo. Amsterdam et Paris 1776.

4) Reponse à la brochure intitulée: L'ordre profond et l'ordre mince etc. 8vo. Amsterdam et Paris 1776.

5) Observations sur un ouvrage intitulé: L'ordre profond et l'ordre mince. (Ohne Druckort.) 1776.

6) Lettre de M** à un officier général. Paris 1776. (Betrifft ebenfalls diese Streitfrage.)

7) du Teil. (Chevalier.) De l'usage de l'artillerie nouvelle dans la guerre de campagne, connaissance nécessaire aux officiers destinés à commander toutes les armes. 8vo.

Metz 1778. Deutsche Uebersetzungen von Malherbe. Dresden 1782 und Dresden 1792.

8) Abrahamson. Der Artilleriedienst im Felde. 1780.

9) Der Artilleriedienst im Felde für den Hauptmann und Subalternofficier. Freiberg 1786—90. (Angebl. vom Lieut. v. Rabe.)*)

10) Nitzsche. Der Artilleriedienst im Felde. Freiberg 1786*).

11) Die Regeln der Placirung des Geschützes im Felde, als Versuch einer systematischen Zusammenstellung desselben. Wien 1808. (Vom Lieut. Aoril.) Der Verf. hat die Lespinasseschen Ideen von der wandelnden Fortifikationsfront weiter ausgesponnen.

12) Instruction pour la défense et la demolition des ponts. 1814.

13) v. Decker. (C.) Die Gefechtslehre der beiden verbundenen Waffen, Kavallerie und reitende Artillerie. Berlin 1819. Franz. von Ravicchio de Peretsdorf. 1831.

14) v. Decker. (C.) Der kleine Krieg im Geiste der neueren Kriegführung oder Abhandlung über die Verwendung und den Gebrauch aller drei Waffen im kleinen Kriege 1822—23.

15) Gräfe. Beiträge zur Gefechtslehre der Artillerie. Berlin 1824.

16) Poumet. Instruction sur l'artillerie de campagne. Paris 1824.

17) Bruijin. (A. W., Kaptein der Art.) Ueber den Niederländischen Lagerdienst, besonders mit Bezug auf die Artillerie. (Holländisch.) Mastricht 1833.

18) Ueber den Gebrauch der reitenden Artillerie. Aus den hinterlassenen Papieren des Gen.-Lieuts. Monhaupt. Berlin. (Geschrieben um das Jahr 1810.)

19) Okounef. Mémoire sur le changement, qu'une artillerie bien instruite et bien employée peut produire dans le systeme de la grande tactique moderne. Paris 1836.

20) v. Decker. (C.) Die Schlachten und Hauptgefechte des siebenjährigen Kriegs mit vorherrschender Bezugnahme auf den Gebrauch der Artillerie. Mit Plänen. Berlin 1837.

*) Da wir nur die Werke No. 8 und 9 aus eigener Anschauung kennen, so wagen wir nicht zu entscheiden ob nicht No. 9 und 10 ein und dasselbe Buch sind.

21) Die reitende Artillerie im Cavallerie-Gefecht. Ansichten eines Preuß. Artillerie-Officiers. Dresden und Leipzig 1838. Franz. Uebersetzung von Ravichio de Peretsdorf. 1841.

22) v. Decker. (C.) Ansichten über den Gebrauch der Brigade-Batterien bei einem Armeekorps im Kriege. Berlin 1839.

c. Gebrauch der Artillerie im Belagerungskriege.

1) Rogniat. Mémoire sur l'armement des places. Paris 1827.

2) J. V. Lieutenant-Général. (Comte Valée.) Emploi des fusées à la Congreve pour la défense des places. Ire partie. 1828. (?)

3) v. Borkenstein. Vertheidigung der Festungen nach Vallière. 1832.

4) Rogniat. Verwendung des Geschützes und der Handfeuerwaffen bei der Vertheidigung der Festungen. Berlin 1832. (Ins Deutsche übers. von Fischer.)

5) Modifications à faire au profil des remparts pour les rendre propres à recevoir l'artillerie nouvelle. 1837.

6) Tournemine. Journal des opérations de l'Artillerie devant Constantine en 1837. Paris 1838.

7) Solar de la Marguerite. (Comte.) Journal historique du siège de la ville et de la citadelle de Turin en 1706, avec le rapport officiel des operations de l'Artillerie. Turin 1838. 10 plans et portrait de l'auteur. 1 vol. 4to. Der Verfasser war General-Lieutenant, und kommandirte die Artillerie im belagerten Platze.

Vom Batteriebau ausschließlich handeln:

8) Rouvroy. (F. G.) Handbuch des Batteriebaues beim Angriff fester Plätze. Leipzig 1809.

9) Ravicchio de Peretsdorf. Traité théorique et pratique des batteries. 1826.

10) Lamy. (J. N.) Traité théorique et pratique des batteries. 1827.

11) v. Sonntag. Anleitung zu dem Unterricht im Batteriebau in Fragen und Antworten. Ludwigsburg 1830.

12) Stieltjes. (G. J.) Handleiding tot de Kennis der verschillende Soorten van Batteryen etc. 1832.

13) Rüscheler. (David.) Handbuch des Batteriebaues zum Gebrauch der eidgenössischen Artillerie ꝛc. Basel 1834.

14) Hayez. Traité des batteries, dedié au général de Liem. 1835.

15) Cours sur le tracé et la construction des batteries de toute espece, extrait de l'ouvrage publié par le Comité d'Artillerie. Metz 1835. 2e édit. Metz 1837.

(Schluß folgt)

VII.

Fernere Betrachtungen über den Einfluß des Spielraums auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens.

Von F. Otto,
Hauptmann der Garde-Artillerie, Assistent im Kriegs-Ministerium.

Im dritten Bande dieses Archivs, in dem Aufsatze No. I., hat der Verfasser der vorliegenden Zeilen sich bemüht, nachzuweisen, daß, im Widerspruche mit der allgemein herrschenden Ansicht,

ein größerer Spielraum der Geschosse in der Seele der Geschützröhre die Wahrscheinlichkeit des Treffens uud die Conservation der Geschütze begünstige,

und daß mithin

eine zu große Verringerung des Spielraums ein Mißgriff sei.

Dabei ist ausdrücklich bevorwortet worden, daß anderer Rücksichten wegen auch eine Vergrößerung des Spielraums nur innerhalb gewisser Grenzen vortheilhaft sein könne.

Die Behauptung, daß ein größerer Spielraum einem kleineren vorzuziehen sei, ist, wie sich erwarten ließ, nicht ohne Anfechtung geblieben, und es findet sich namentlich in dem

Essai d'un traité d'Artillerie. — Principes de construction des bouches à feu — par C. Timmerhans, Lieut.-Colonel au service de Belgique. Tome deuxième. Paris 1831.,

und zwar Seite 257 No. 166 eine Widerlegung derselben, welche folgendergestalt lautet.

„Wir haben bemerklich gemacht, daß eine größere oder geringere Aenderung des Spielraums eine entsprechende Aenderung in der anfänglichen lebendigen Kraft des Geschosses, folglich auch in der Treffähigkeit und namentlich in den verticalen Abweichungen herbeiführen müsse."

„Wenn es also wahr wäre, wie der Lieutenant Otto zu beweisen sich bemüht, daß die Aenderung in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse desto größer ist, je mehr der mittlere Durchmesser der letzteren sich dem Kaliber des Geschützrohrs nähert, so müßte man daraus schließen, daß in dieser Beziehung ein geringer Spielraum der Richtigkeit des Schusses nachtheilig ist. Ich will diesen neuen Einwurf [1]) gegen die Verringerung des Spielraums untersuchen, nicht, indem ich dem Lieutenant Otto folge, denn es hat mir geschienen, daß seine Beweisführung nicht strenge ist [2]), sondern indem ich den Gegenstand als eine neue und bisher noch nicht gelöfete Frage betrachte."

„Erinnern wir uns zunächst, daß die Geschosse nicht alle einerlei Durchmesser haben, sondern daß es nicht zu vermeiden ist, zwei Grenzen für die Durchmesser zuzulassen, innerhalb deren die der angenommenen Geschosse liegen müssen. Sei nun das Kaliber des Geschützes c Decimeter, sei d der mittlere Durchmesser der Geschosse, t dessen Aenderung ins Mehr oder Weniger, so hat man als Grenze für die Gewichte der Geschosse $\frac{1}{6} \varkappa (d + t)^3$ und $\frac{1}{6} \varkappa (d - t)^3$ und ihre Differenz $\frac{1}{3} \varkappa (3 d^2 t + t^3)$.

„Ferner sind die Grenzwerthe für die Flächen, durch welche das Gas entweicht, $\frac{1}{4} \varkappa [c^2 - (d+t)^2]$ und $\frac{1}{4} \varkappa [c^2 - (d-t)^2]$ und ihre Differenz ist $= \varkappa dt$.

„Nun ändert sich aber die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses im umgekehrten Verhältniß der vierten Wurzeln aus dem Gewicht desselben p und einer gewissen Potenz des Flächenraums s, durch welchen das Gas entweicht; man hat daher allgemein für die Geschwindigkeit v den Ausdruck

$$v = \frac{\alpha}{p^{\frac{1}{4}} \cdot s^n}$$

„Es folgt daraus, daß die größte Aenderung in der Geschwindigkeit um desto größer sein wird, je mehr die äußersten Werthe

„von p und s respective unter sich von einander verschieden sind;
„da aber diese äußersten Differenzen, die eine sowohl als die andere,
„mit dem mittleren Durchmesser des Geschosses wachsen, so wird
„die Aenderung in der Anfangs-Geschwindigkeit des
„letzteren um so größer sein, je größer sein mittlerer
„Durchmesser, d. h. je kleiner der Spielraum ist [3])."

„So würde es wenigstens sein, wenn die Spannungen
„des entweichenden Gases dieselben wären; da aber
„die Vermehrung der Ladung, welche durch die Ver-
„größerung des Spielraums nöthig wird [4]), die Span-
„nung des Gases merklich erhöhen könnte, so ist die Schlußfolge,
„zu welcher wir gekommen sind, ungenau, und dies um so mehr,
„als die größten Aenderungen der Ausflußflächen, welche zweien
„unter sich verschiedenen mittleren Durchmessern des Geschosses ent-
„sprechen, unter sich beinahe gleich sind: denn, bezeichnet man mit
„d und d' diese Durchmesser, so hat man als äußerste Aenderun-
„gen (der entsprechenden Ausflußflächen) die Werthe πdt und $\pi d't$,
„deren Differenz $\pi t\,(d - d')$ unbedeutend ist [5]). Der
„Lieutenant Otto führt kein Erfahrungsresultat an, welches seine
„Meinung bestätigen könnte, daß die Verringerung des Spielraums
„der Richtigkeit des Schusses nachtheilig ist [6])."

Wir räumen in Bezug auf den Punkt 2) der vorstehenden Aeußerung sehr gern ein, daß die im „Archiv" gegebene und hier in Rede stehende Auseinandersetzung keineswegs strenge (rigoureuse) ist. Es ist aber auch eine Beweisführung überhaupt nicht, und am allerwenigsten eine strenge Beweisführung beabsichtigt worden, sondern es hat nur ein ohngefähres Bild von dem Maaß der Totalverschiedenheiten in der Anfangsgeschwindigkeit, die durch verschiedene Spielräume veranlaßt werden, gegeben werden sollen, und es ist dies auf Seite 15 und 16 des in Rede stehenden Aufsatzes bestimmt und wiederholt ausgesprochen worden.

Dagegen können wir uns mit dem Inhalte der vorstehenden Auseinandersetzung, von welcher Herr Oberstlieutenant Timmerhans ausdrücklich bevorwortet,

„daß er den fraglichen Punkt discutiren werde, indem er ihn als „eine neue noch nicht gelöſete Frage betrachtet",

eben ſo wenig einverſtanden erklären. Wir werden daher zunächſt unſer Bedenken gegen die Auseinanderſetzungen des Herrn Oberſt-Lieutenants Timmerhans vortragen,

ſodann aber verſuchen,

die eigenen früheren Behauptungen mit eindringlicheren Gründen, als dies früher geſchehen iſt, zu belegen.

Herr Oberſtlieutenant Timmerhans räumt in der Aeußerung 3), als Schlußfolge ſeiner eigenen Erwägungen ausdrücklich ein, daß

„die Aenderung in der Anfangsgeſchwindigkeit der Geſchoſſe",

inſofern ſie nämlich durch die Toleranzen in den Durchmeſſern der letzteren herbeigeführt wird,

„um ſo größer ſein werde",

ſelbſtredend unter der Annahme ſich gleich bleibender Größe der Toleranzen,

„je kleiner der Spielraum iſt";

nimmt aber dieſes Zugeſtändniß ſpäterhin im Weſentlichen wieder zurück, indem er unter 5) als Grund anführt,

„daß die äußerſten Aenderungen der den mittleren Durchmeſſern d „und d' entſprechenden Entweichungsflächen unter ſich nur um „πt (d — d'), mithin unbedeutend verſchieden ſeien".

Dieſer Einwand ſcheint aus folgendem Grunde den Fragepunkt nicht zu treffen.

Bezeichnet (bei gleichbleibendem Kaliber der Seele)

d und d' zwei verſchiedene mittlere Durchmeſſer der Geſchoſſe,

s und s' die entſprechenden Ausflußflächen für das Gas, oder den Flächen-Spielraum,

p und p' die correſpondirenden Gewichte,

v und v' die zugehörigen Anfangsgeſchwindigkeiten der Geſchoſſe, ſo hat man nach der in obiger Entgegnung angeführten Formel:

$$v = \frac{\alpha}{p^{\frac{1}{4}} \cdot s^{n}} \quad \text{und} \quad v' = \frac{\alpha}{(p')^{\frac{1}{4}} \cdot (s')^{n}}$$

Es kommt nun darauf an, nachzuweisen, ob bei gleich gedachter mittlerer Anfangsgeschwindigkeit der Kugeln von den mittleren Durchmessern d und d' durch die (für beide Sorten von Kugeln als gleich angenommenen) Toleranzen in den Kugeldurchmessern bei dem größeren Spielraum merklich geringere Aenderungen in den Grenzwerthen der Anfangsgeschwindigkeit hervorgebracht werden, als bei dem kleineren.

Der Herr Oberstlieutenant Timmerhans macht in 4) die sehr gegründete Bemerkung, daß bei dieser Erwägung auch die Verschiedenheiten in der Spannung der entweichenden Gase mit berücksichtigt werden sollten (was auf eine Aenderung der Zahlenwerthe für die Symbole α und n in den Ausdrücken für v und v' hinausläuft), führt diesen Punkt jedoch weiter nicht aus, sondern hält sich einzig und allein an den Umstand:

„daß die äußersten Aenderungen der Ausflußöffnungen für das entweichende Gas bei den beiden verschiedenen mittleren Durchmessern d und d' nur unbedeutend verschieden seien".

Zugegeben, daß diese Behauptung richtig sei, so ist, was sich leicht zeigen läßt, die daraus gezogene Folgerung durchaus unzulässig. In der in Rede stehenden Entgegnung wird, wie schon bemerkt, von einer etwanigen Aenderung der Zahlenwerthe für α und n abgesehen, und es werden nur

die Aenderungen in den Ausflußflächen des Gases,

d. h. die Aenderungen in den Zahlenwerthen von s und s' berücksichtigt. Nun kommt es aber bei der Art, die Sache anzusehen, wie sie in der obigen Entgegnung beliebt worden ist, an sich gar nicht darauf an,

ob der absolute Zahlenwerth der äußersten Aenderung in der Ausflußfläche des Gases für den einen der beiden mittleren Durchmesser bedeutend oder unbedeutend von dem für den andern mittleren Durchmesser verschieden ist,

sondern vielmehr darauf,

in welchem Verhältniß der Zahlenwerth jeder dieser beiden äußersten Aenderungen zu dem jedesmal zugehörigen mittleren Zahlenwerth der entsprechenden Ausflußfläche steht, oder mit andern Worten,

es kommt darauf an,

nicht, um wie viel, sondern in welchem Verhältniß die Ausflußflächen geändert werden.

Denn denkt man sich — um vorläufig nur eine ganz oberflächliche Andeutung zu geben —, daß die Ausflußfläche s' gerade das Doppelte der Ausflußöffnung s, mithin $s' = 2s$ wäre, daß aber die absoluten Zahlenwerthe der durch die Toleranzen in den Kugeldurchmessern herbeigeführten äußersten Aenderungen in beiden Fällen gar nicht verschieden, vielmehr einander ganz gleich und etwa $\frac{1}{4}s$ ins Mehr und eben so viel ins Weniger betrügen, so würden die hierdurch veranlaßten äußersten Aenderungen in den (als gleich gedachten) mittleren Anfangsgeschwindigkeiten v und v' so ausfallen, daß die Ausdrücke für die respectiven Grenzwerthe der betreffenden Anfangsgeschwindigkeiten die folgenden wären, nämlich:

$$\text{für } v \ldots \frac{\alpha}{p^{\frac{1}{4}} \cdot (\frac{3}{4}s)^n} \text{ und } \frac{\alpha}{p^{\frac{1}{4}} \cdot (\frac{5}{4}s)^n}$$

$$\text{dagegen für } v' \ldots \frac{\alpha}{(p')^{\frac{1}{4}} \cdot (\frac{3}{4}s)^n} \text{ und } \frac{\alpha}{(p')^{\frac{1}{4}} \cdot (\frac{5}{4}s)^n}$$

Hier stehen nun die Zahlenwerthe derjenigen Factoren im Nenner, welche sich auf den Einfluß der Größe der Ausflußöffnungen des Gases beziehen, und insofern man nur diese an sich betrachtet, in dem Verhältniß:

für v von 3^n zu 5^n oder von 1 zu $1{,}67^n$,

für v' von 7^n zu 9^n oder von 1 zu $1{,}29^n$.

also sehr verschieden, während doch die absoluten Zahlenwerthe der Aenderungen in den Ausflußflächen ganz gleich angenommen worden sind.

Allerdings aber sind diese Zahlen nur geeignet, zu zeigen, daß es hierbei

nicht auf die absoluten Zahlenwerthe der durch die Toleranzen in den Kugeldurchmessern herbeigeführten Aenderungen in der Größe der mittleren Ausflußöffnungen an und für sich,

sondern

vielmehr auf das Zahlenverhältniß der in Rede stehenden Aenderungen zu den mittleren Ausflußöffnungen ankomme.

Der Verfasser wird es nun versuchen, die von ihm aufgestellte Behauptung so streng zu erweisen, als der gegenwärtige Zustand der Wissenschaft dies zuläßt. Die in Rede stehende Behauptung läuft darauf hinaus:

daß bei gleichbleibenden Toleranzen in den äußersten Kugel-Durchmessern, bei gleichbleibendem Normal-Durchmesser und bei gleichbleibender mittlerer Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses vom Normaldurchmesser, diejenigen Anfangsgeschwindigkeiten, welche den äußersten Grenzwerthen der Kugel-Durchmesser entsprechen, um desto mehr von einander verschieden sind, je kleiner der Spielraum ist,

und hieraus folgt sodann von selbst,

daß die äußersten Grenzen der Nutzeffecte der Geschosse in noch höherem Maaße von einander verschieden sein müssen, je kleiner der Spielraum ist.

Daß endlich, wenn dies erwiesen ist,

auch die äußersten Grenzwerthe der zu erreichenden Schußweiten unter sonst gleichen Umständen um desto mehr verschieden sein müssen, oder mit andern Worten, daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens am meisten gefährdet wird, je kleiner der Spielraum ist,

bedarf eigentlich gar keines weiteren Beweises, da es aus dem Begriff des Nutzeffects von selbst folgt. Auch ist die letztere Schlußfolge in der mehrerwähnten Entgegnung bereits als richtig zugegeben.

Wir wollen für die Aufstellung des in Rede stehenden Beweises diejenige Formel für die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse benutzen, welche der Herr Oberst-Lieutenant Timmerhans selbst in seinem

mehrfach anzieht, und welche von dem Oberst Duchemin in dem

mémorial de l'artillerie, Tome IV.

aufgestellt worden ist.

Es bezeichne:

u = die Geschwindigkeit des Geschosses an der Geschützmündung, d. h. die Anfangegeschwindigkeit,

e = die Länge der Geschützseele,

c = den Durchmesser der Seele,

$a = \frac{e}{c}$ die Länge der Seele in Kalibern ausgedrückt,

c' = den Durchmesser des Geschosses,

$b = c - c'$ = den Spielraum,

s = den Durchmesser des Zündlochs,

δ = das specifische Gewicht des Geschosses, das des Wassers als Einheit genommen,

μ = eine Constante, welche mit der Kraft des Pulvers wechselt und als ein Multiplum der Beschleunigung der Schwere gedacht werden muß. Für das Englische Gouvernements-Pulver ist $\mu = 108830$ Meters.

α = 3,5, eine Constante,

θ = 0,182857 Meters, eine Constante,

w = 0,05131 Meters, eine Constante,

M = diejenige Ladung, welche die größtmöglichste Anfangsgeschwindigkeit giebt,

Q = jede andere beliebige Ladung.

Sodann ist

$$M = \frac{(c \text{ Meter})^3}{(0{,}05131 \text{ Meter})^2} \cdot 34{,}0423 \sqrt{a\delta} \cdot \text{Grammen} \ldots\ldots [1]$$

und endlich

$$u^2 = \frac{8\mu Qe}{M} \cdot \left[1 - \left(\frac{s}{\alpha c}\right)^{\frac{1}{2}} - \left(\frac{b}{\theta}\right)^{\frac{1}{2}}\right]^2 \cdot \left(\frac{w}{c}\right)^{\frac{3}{2}} \ldots\ldots [2]$$

wo für alle Längenmaaße der Meter die Einheit ist.

Zieht man nun die Factoren $\frac{8\mu Qe}{M}$ und $\left(\frac{w}{c}\right)^{\frac{3}{2}}$ in einen

einzigen zusammen, welcher mit A bezeichnet werden mag, setzt man ferner

$$1 - \left(\frac{s}{\alpha c}\right)^{\frac{1}{2}} = B,$$

so hat man

$$u^2 = A \cdot \left[B - \left(\frac{b}{\vartheta}\right)^{\frac{1}{2}}\right]^2$$

$$\text{oder } u = A^{\frac{1}{2}} \cdot \left[B - \left(\frac{b}{\vartheta}\right)^{\frac{1}{2}}\right] = \frac{A^{\frac{1}{2}}}{\vartheta^{\frac{1}{2}}} \cdot \left[B \cdot \vartheta^{\frac{1}{2}} - b^{\frac{1}{2}}\right].$$

und setzt man endlich

$$\frac{A^{\frac{1}{2}}}{\vartheta^{\frac{1}{2}}} = P, \quad B \cdot \vartheta^{\frac{1}{2}} = R$$

so ist

$$u = P \cdot [R - b^{\frac{1}{2}}]$$

wo b den Spielraum des Normalgeschosses bezeichnet. Denkt man sich nun, daß der größte und kleinste Kugeldurchmesser von dem Normaldurchmesser um Δ unterschieden sind, und bezeichnet dann u_1 die Geschwindigkeit der größten und u_2 die Geschwindigkeit der kleinsten Kugel, so hat man

$$u_1 = P \cdot [R - (b - \Delta)^{\frac{1}{2}}]$$
$$u_2 = P \cdot [R - (b + \Delta)^{\frac{1}{2}}].$$

Hieraus folgt als Unterschied dieser beiden äußersten Grenzwerthe für die Anfangsgeschwindigkeit

$$u_1 - u_2 = P\left[(b + \Delta)^{\frac{1}{2}} - (b - \Delta)^{\frac{1}{2}}\right]$$

Bezeichnet man die Binomial-Coefficienten für den Exponenten ½ der Reihe nach mit

$$(\tfrac{1}{2})_1, \quad (\tfrac{1}{2})_2, \quad (\tfrac{1}{2})_3, \quad (\tfrac{1}{2})_4 \text{ u. s. w.},$$

so hat man zuletzt

$$u_1 - u_2 = 2P \cdot \frac{\Delta}{b^{\frac{1}{2}}} \cdot \left[(\tfrac{1}{2})_1 + (\tfrac{1}{2})_3 \frac{\Delta^2}{b^2} + (\tfrac{1}{2})_5 \cdot \frac{\Delta^4}{b^4} + \ldots\right]$$

wo nun der Ausdruck rechter Hand ganz augenfällig um desto kleiner ist, je größer b, d. h. je größer der Spielraum ist, und umgekehrt.

Somit ist also ganz allgemein dargethan, daß unter sonst gleichen Umständen, das heißt, bei gleicher mittlerer Anfangsgeschwindigkeit,

bei gleichem Normaldurchmesser des Geschosses und gleichen Toleranzen in den Durchmessern

die äußersten Grenzwerthe der Anfangsgeschwindigkeiten für resp. die kleinste und größte Kugel um desto mehr von einander verschieden sind, je kleiner der Spielraum ist.

Hieraus folgt ganz von selbst,

daß auch die Quadrate der äußersten Grenzwerthe der Anfangsgeschwindigkeiten um desto mehr von einander verschieden sein müssen, je kleiner der Spielraum ist.

Multiplicirt man jedes dieser Quadrate mit der Masse der zugehörigen Kugel, so hat man die

Nutzeffecte, und von diesen gilt das so eben behauptete augenscheinlich in noch höherem Grade, da (wie die Formel zeigt) die größere (mithin schwerere) Kugel auch immer die größere Anfangsgeschwindigkeit hat.

Die Größe des Nutzeffects bedingt aber die Kraft, mit welcher die Hindernisse bei der Bewegung der Geschosse überwunden werden, folglich, unter sonst gleichen Umständen, die Größe der Schußweite. Wenn mithin, von einem mittleren Nutzeffecte und der entsprechenden Schußweite aus gerechnet, ein erstes Paar Nutzeffecte ins Mehr und Weniger in geringerem Grade von dem mittleren Nutzeffect abweicht, als ein zweites Paar, so muß auch der Unterschied in den Schußweiten, welche dem ersten Paar von Nutzeffecten entsprechen, geringer sein, als bei dem zweiten Paar; und zwar immer für einerlei mittlere Schußweite gerechnet.

Hiernach glauben wir streng und unzweifelhaft dargethan zu haben:

„daß die Wahrscheinlichkeit des Treffens, unter sonst gleichen Umständen, um so größer sein müsse, je größer der Spielraum ist.“

Der Herr Oberstlieutenant Timmerhans rügt es in 6), daß der Verfasser keine Erfahrungsresultate zur Unterstützung seiner Ansicht anführe. Derselbe muß hierauf erwiedern, wie er sich auch noch jetzt nicht in der Lage befindet, einer solchen Forderung entsprechen zu können, hält dies auch für um so überflüssiger, da es so leicht ist, geeignete Versuche anzustellen.

Wenn endlich der Herr Oberstlieutenant Timmerhans in seinem mehrerwähnten traité, Tome II., pag. 239, sagt:

„seine Arbeit,"

nämlich der in den ersten Zeilen der vorliegenden Arbeit erwähnte Aufsatz,

„enthält kein neues Argument, wenn man nicht etwa die sehr zu „bestreitende Meinung dafür nehmen will, daß die Aenderung in „der Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses desto größer ist, je kleiner der Spielraum ist,"

und wenn derselbe ferner in der im Eingange wiedergegebenen Entgegnung diese letztere Ansicht ausdrücklich einen

„neuen Einwurf"

und

„eine Frage, welche bisher noch nicht gelöset ist"

nennt, so kann der Verfasser einerseits nicht umhin, darauf hinzuweisen, daß gerade in der Verfolgung der von dem Herrn Oberstlieutenant Timmerhans für so unscheinbar erachteten Ansicht die wahre und einzige Lösung des ganzen Räthsels liegt, und will demnächst andererseits gern bekennen, wie angenehm es ihm ist, es zugestanden zu sehen, daß die in Rede stehende Ansicht neu und anderweit noch nicht zur Sprache gebracht worden ist.

Es folgen nunmehr zwei Zahlenbeispiele.

I.

Nach dem aide-mémoire portatif à l'usage des officiers d'artillerie. Strasbourg 1831, Seite 335 und 425 ist für den Französischen 24 Pfünder:

der Durchmesser der Seele	—	5	7	8
Länge der Seele	9	6	—	—
Durchmesser der großen Leere	—	5	6	2
desgl. der kleinen Leere	—	5	5	4
Hiernach ist				
der mittlere Durchmesser der Geschosse . .	—	5	5	9
Durchmesser des Zündlochs	—	—	2	6

Endlich nimmt Oberst Duchemin das specifische Gewicht der Kanonenkugeln zu 7,166 an.

Berechnen wir nun für eine Ladung von 3,916 Kilogrammen, wie groß die Anfangsgeschwindigkeiten für die mittlere, die größte und die kleinste Kugel ausfallen, so haben wir zunächst den Zahlenwerth derjenigen Ladung zu ermitteln, welche der Kugel von mittlerem Durchmesser (der Normalkugel) die größtmöglichste Anfangsgeschwindigkeit mittheilt. Dafür haben wir

$$c = 9' 6'' \ldots = 3{,}0860 \text{ Meter},$$
$$c = 5'' 7''' 8'''' \ldots = 0{,}15264$$
$$\delta = \ldots = 7{,}166$$

und hieraus nach Formel [1]

$$M = 10{,}789 \text{ Kilogramm}.$$

Daraus folgt dann für die angenommene Ladung Q von 3,916 Kilogramm

$$\log\left(\frac{Q}{M}\right)^{\frac{1}{3}} = 0{,}77993 - 1.$$

Dann hat man ferner

$$s = 2''' 6'''' = 0{,}00564 \text{ Meter}$$

und für die Normalkugel

$$c' = 5'' 5''' 9'''' = 0{,}14832 \text{ Meter},$$
$$b = 1''' 11'''' = 0{,}0043236 \text{ Meter},$$

und hieraus nach Formel [2]

$$u = 590{,}41 \text{ Meter};$$

für die kleinste Kugel

$$c' = 5'' 5''' 4'''' = 0{,}14738 \text{ Meter},$$
$$b = 2''' 4'''' = 0{,}0052635 \text{ Meter},$$

und daraus

$$u = 577{,}78 \text{ Meter};$$

endlich für die größte Kugel

$$c' = 5'' 6''' 2'''' = 0{,}14926 \text{ Meter},$$
$$b = 1''' 6'''' = 0{,}0033836 \text{ Meter},$$

und daraus

$$u = 604{,}49 \text{ Meter}.$$

Nehmen wir nun an, daß die Durchmesser der Normalkugel, so wie der größten und kleinsten Kugel dieselben blieben, daß man aber statt eines Seelendurchmessers von 5″ 7‴ 8⁗, wie der vorige war, nur einen von 5″ 6‴ 11⁗ hätte, so daß also für dieselben Kugeln der mittlere Spielraum um 9⁗ herabgesetzt wäre.

Denken wir uns die Ladung so weit vermindert, daß nunmehr die Anfangsgeschwindigkeit der Normalkugel dieselbe ist, wie bei dem früheren Seelendurchmesser. Es ist nicht nöthig, diese Ladung selbst zu berechnen, da sie nicht weiter interessirt, es braucht nur der Werth von $\frac{Q}{M}$ berechnet zu werden. Diese Berechnung erfolgt nach einer leichten Umwandlung der Formel [2] und zwar ist dafür gegeben:

$c = 5'' \; 6''' \; 11'''' = 0{,}1509525$ Meter,
$c' = 5'' \; 5''' \; 9'''' = 0{,}1483208$ Meter,
$b = \quad 1''' \; 2'''' = 0{,}0026317$ Meter,

und aus der vorigen Rechnung

$u = 590{,}41$ Meter.

Dies ergiebt

$$\log \left(\frac{Q}{M}\right)^{\frac{1}{4}} = 0{,}76063 - 1.$$

Dies nun zum Grunde gelegt, hat man für die kleinste Kugel

$c = 5'' \; 5''' \; 4'''' = 0{,}14738$ Meter,
$b = \quad 1''' \; 7'''' = 0{,}0035716$ Meter,
$u = 575{,}37$ Meter;

für die größte Kugel

$c' = 5'' \; 6''' \; 2'''' = 0{,}14926$ Meter,
$b = \quad 9'''' = 0{,}0016917$ Meter,
$u = 608{,}47$ Meter.

Diese Zahlen zusammengestellt, ergeben:

Anfangsgeschwindigkeit in Metern für einen Durchmesser der

Kugel.		Seele.	
		5″ 7‴ 8⁗	5″ 6‴ 11⁗
Normal-	5″ 5‴ 9⁗	590,41	590,41
kleine	5″ 5‴ 4⁗	577,78	575,37
große	5″ 6‴ 2⁗	604,49	608,47
Größte Differenz		26,71	33,10
Mittlerer Spielraum		1‴ 11⁗	1′ 2″

Um nun die Nutzeffecte zu beurtheilen, müßte man die vorstehenden Anfangsgeschwindigkeiten quadriren, und dann mit den correspondirenden Kugelgewichten multipliciren. Man müßte also die Zahlenwerthe für den Ausdruck

$$\frac{1}{6} \pi c'^3 \delta \, . \, u^2$$

berechnen. Da es aber nur darauf ankommt, Zahlen zu haben, welche das gegenseitige Verhältniß der Nutzeffecte angeben, so kann man den gemeinsamen Factor $\frac{1}{6} \pi \delta$ weglassen und sich mit der Berechnung der Verhältnißzahlen begnügen, welche durch den Ausdruck

$$c'^3 \, . \, u^2$$

dargestellt werden. Dies ergiebt folgende Zusammenstellung, wo die Zahlen in der Horizontalrubrik; „Quotient" den Quotienten aus dem größtmöglichsten Unterschied der Nutzeffecte, dividirt durch den mittleren Nutzeffect, angeben.

Verhältnißzahlen der Nutzeffecte für einen Durchmesser der			
	Kugel.	Seele.	
		5″ 7‴ 8⁗	5″ 6‴ 11⁗
Normal-	5″ 5‴ 9⁗	1137,4	1137,4
kleine	5″ 5‴ 4⁗	1068,7	1059,8
große	5″ 6‴ 2⁗	1215,1	1231,2
Größte Differenz		146,4	171,4
Quotient		0,129	0,151
Mittlerer Spielraum		1‴ 11⁗	1′ 2″

Durch die Herabsetzung des Spielraums von 1‴ 11⁗ auf 1′ 2″ wird also die Streuung der Geschosse (bei gleichbleibendem Normaldurchmesser und gleichbleibendem mittleren Nutzeffect der letztern) ohngefähr in dem Verhältniß von 0,129 : 0,151 oder von 13 : 15 vermehrt, also die Wahrscheinlichkeit zu treffen, ohngefähr um so viel vermindert.

II.

In dem vorigen Beispiel war angenommen worden, daß der Durchmesser des Normalgeschosses und der beiden Leeren unverändert bleiben, und eine Aenderung des mittleren Spielraums durch eine Aenderung des Seelendurchmessers herbeigeführt sei. In dem nachfolgenden Beispiele wird das Umgekehrte angenommen werden, und es werden dabei durchweg Preußische Maaße und Gewichte in Anwendung kommen: der Duodecimalzoll, der Schritt à $\frac{4}{5}$ Ruthe und das Pfund.

Denken wir uns also ein Kanonrohr von 59,20 Zoll Seelenlänge und 3,60 Zoll Seelenweite, und denken wir uns zwei verschiedene Sorten von Kugeln dabei angewandt, deren Durchmesser folgende sind:

	kleine Kugel.	große Kugel.
Normaldurchmesser	3,46	3,50
Durchmesser der kleinen Leere . .	3,44	3,48
desgl. der großen Leere . .	3,48	3,52

Dabei sei der Durchmesser des Zündlochs 0,25″ und das specifische Gewicht der Kugeln = 7,0, die Ladung aber für beide Arten Kugeln 2 Pfund.

Man hat sodann:

$$e = 59{,}20''$$
$$e = 3{,}60''$$
$$\delta = 7{,}0$$
$$s = 0{,}25''$$

und findet hieraus (wenn man zuvor die Formeln [1] und [2] für die Anwendung Preußischer Maaße und Gewichte umgewandelt hat), zunächst als Maximumladung nach Formel [1]

$$M = 4 \text{ Pfd } 26{,}41 \text{ Loth.}$$

Die anzuwendende Ladung Q soll 2 Pfund betragen, es ist also

$$\log\left(\frac{Q}{M}\right)^{\frac{1}{3}} = 0{,}80875 - 1$$

und dann

für die Kugel von 3,44″ Durchmesser:

$$e' = 3{,}44''$$
$$b = 0{,}16''$$
$$u = 622{,}14 \text{ Schritt;}$$

für die Kugel von 3,46″ Durchmesser:

$$e' = 3{,}46''$$
$$b = 0{,}14''$$
$$u = 630{,}72 \text{ Schritt;}$$

für die Kugel von 3,48″ Durchmesser:

$$e' = 3{,}48''$$
$$b = 0{,}12''$$
$$u = 639{,}96 \text{ Schritt;}$$

für die Kugel von 3,50″ Durchmesser:

$$e' = 3{,}50''$$
$$b = 0{,}10''$$
$$u = 649{,}98 \text{ Schritt;}$$

für die Kugel von 3,52″ Durchmesser:

$c' = 3{,}52''$

$b = 0{,}08''$

$u = 661{,}09$ Schritt.

Dies zusammengestellt giebt:

Anfangsgeschwindigkeiten in Schritten für die nachstehenden Kugelsorten.

	kleine.	große.
Normal-Kugel . . .	630,72	649,98
Kleinste Kugel . . .	622,14	639,06
Größte Kugel	639,96	661,09
Größte Differenz . . .	17,82	21,13
Mittlerer Spielraum .	0,14″	0,10″

Berechnet man hiernach die Verhältnißzahlen der Nutzeffecte, nämlich die Zahlenwerthe für $u^2 \cdot c'^3$, wozu man die c' in Schritte verwandelt, so erhält man:

Verhältnißzahlen der Nutzeffecte für die nachstehenden Kugelsorten.

	kleine	große
Normal-Kugel . . .	689,81	758,26
Kleinste Kugel . . .	659,60	722,54
Größte Kugel . . .	722,54	797,94
Größte Differenz . . .	62,94	75,40
Quotient	0,0912	0,0995
Mittlerer Spielraum .	0,14″	0,10″

Also auch hier ist wiederum der Unterschied zwischen dem kleinsten und größten Nutzeffect im Verhältniß zu dem Nutzeffect der Normalkugel bei dem kleinen Spielraum erheblich größer, als bei dem großen Spielraum.

Berechnet man endlich noch (mittelst der „Ballistischen Tafeln", Berlin 1834, bei Dümmler), und zwar für einen Luftwiderstand nach Newton, die horizontalen Schußweiten für einen ersten Aufschlag im Horizont der Geschützmündung, bei 3 Grad Elevation, indem man die vorhin gefundenen Anfangsgeschwindigkeiten zum Grunde legt, so erhält man

Schußweite im Horizont der Geschützmündung in Schritten bei 3 Grad Elevation für nachstehende Kugelsorten.

	kleine	große
Normal-Kugel . . .	1597,3	1659,8
Kleinste Kugel . . .	1569,0	1627,5
Größte Kugel . . .	1627,5	1695,2
Größte Differenz . . .	58,5	67,7
Quotient	0,0366	0,0408
Mittlerer Spielraum	0,14″	0,10″

woraus nun der Verlust an Wahrscheinlichkeit des Treffens bei dem kleineren Spielraum im Verhältniß zum größeren noch bestimmter hervorgeht.

Hierbei ist noch zu beachten, daß eine Vergrößerung des Normaldurchmessers der Kugel eine Vermehrung seines Gewichts, mithin eine entsprechende Preiserhöhung zur Folge hat.

Stellt man hiernach zusammen, worauf man gefaßt sein muß, wenn man unter Beibehaltung

eines Seelendurchmessers von 3,60″,
derselben Ladung von 2 Pfd. und

derselben Toleranzen in den Kugeldurchmessern von 0,02″ ins Mehr und Weniger

den Normaldurchmesser der Kugeln von 3,46″ auf 3,50″ erhöht, so ergiebt sich Folgendes:

1) man erlangt eine geringe Vergrößerung der Schußweiten, welche für 3° Elevation (und auf circa 1600 Schritt) 62,5 Schritt beträgt, also ohngefähr im Allgemeinen 3½ Procent;

2) dafür wird die Wahrscheinlichkeit des Treffens in dem Verhältniß von 408 : 366, das heißt um 10 Procent, vermindert, und

3) die Beschaffungskosten werden um 3½ Procent vermehrt.

Es sei gestattet, noch einige Worte über die practische Bedeutsamkeit der hier in Rede stehenden Frage hinzuzufügen.

Von allen Bestrebungen, die Wirkung der Artillerie zu erhöhen, werden unbestreitbar diejenigen den meisten practischen Werth haben, welche auf

Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Treffens

hinarbeiten, vorzugsweise,

wenn durch die angewendeten Mittel keine größere Verwickelung der Geschützbedienung herbeigeführt wird.

Dies wird um so mehr für alle diejenigen Fälle gelten, wo einerseits die Umstände eine Beobachtung zulassen, ob man zu weit oder zu kurz geschossen habe, und wo man Zeit und Ruhe genug hat, um sich zu corrigiren, und andererseits für die Fälle, wo die Munition sehr theuer ist. Alles dies findet im Belagerungskriege statt.

Wenn schon so geringe Aenderungen im mittleren Spielraum, als sie in den beiden vorstehenden Zahlenbeispielen zur Sprache gebracht sind, so merkliche Unterschiede in der Wahrscheinlichkeit des Treffens ergeben, so läßt sich erwarten, daß eine bedeutende Vergrößerung der bestehenden Spielräume,

in solchen Fällen angewendet, wo dies nicht aus anderen Gründen unzulässig ist,

eine erhebliche Vergrößerung der Wahrscheinlichkeit des Treffens herbeiführen muß.

Allerdings iſt mit einer Vergrößerung des Spielraums eine Vermehrung des Gewichts des Geſchützes, ſo wie ein größerer Verbrauch an Pulver unfehlbar verbunden, allein es iſt mehr als wahrſcheinlich, daß dieſe Nachtheile durch die erlangten Vortheile überwogen werden.

Man denke ſich beiſpielsweiſe einen 25pfündigen Mörſer, welcher mit ſeiner Laffete etwa 20 Centner wiegen und deſſen Bombe 62 Pfd. Gewicht haben möge. Die urſprüngliche Ausrüſtung dieſes Mörſers beträgt 800 Bomben. Man denke ſich nun ferner, daß man durch eine gewiſſe Vergrößerung des Spielraums dahin gelangt ſei, daß man mit 600 Bomben dieſelbe Anzahl Treffer habe, wie früher mit 800 Bomben, daß aber unter dieſen Umſtänden der Mörſer mit ſeiner Laffete um 5 Centner gegen früherhin ſchwerer geworden ſei, und daß man nunmehr gegen früher die doppelte Pulverladung gebrauche; dann ſtellt ſich die Sache folgendergeſtalt:

1) ſtatt der urſprünglichen 800 mittleren Pulverladungen gebraucht man jetzt 600 × 2, das heißt 1200, alſo 400 von den urſprünglichen mittleren Pulverladungen mehr, welche zum Theil durch die erſparten 200 Sprengladungen gedeckt werden, und wozu wir außerdem noch (abſichtlich übermäßig hoch) 2 Ctr. Pulver anſetzen wollen;

2) der Mörſer mit ſeiner Laffete wiegt jetzt um 5 Ctr., oder um $\frac{1}{4}$ ſeines früheren Gewichts mehr als bisher;

3) im Ganzen iſt alſo eine Vermehrung des zu transportirenden Gewichts eingetreten von 7 Ctr.

4) dagegen werden 200 25pfündige Bomben, im Gewicht nahe 113 Ctr., weniger transportirt;

5) hiervon das mehr zu transportirende Gewicht unter 3) abgezogen, bleibt eine Verminderung des zu transportirenden Gewichts von 106 Ctr.;

6) wenn ein 25pfündiger Mörſer der urſprünglichen Conſtruction mit ſeiner Laffete etwa 516 Thaler koſtet, ſo werden ſich dieſe Koſten nach 2) etwa um $\frac{1}{4}$, alſo ohngefähr um 129 Thaler, vermehren;

7) die Koſten für den Mehrgebrauch von 2 Ctr. Pulver ſind in Anſchlag zu bringen mit etwa 40 Thalern;

8) dagegen werden die Koſten für 200 25pfündige Bomben mit etwa 546 Thalern erſpart.

Alles zusammengenommen würde also das Ergebniß dieses sein: Für jeden 25pfündigen Mörser vermindern sich:

a) die ursprünglichen Beschaffungskosten des Materials um etwa 377 Thaler;

b) das Gewicht sämmtlicher zu transportirenden Gegenstände um 106 Centner;

c) In acuten Fällen, welche eine Beschleunigung des Feuers wünschenswerth machen, kann man dieselbe Wirkung in $\frac{1}{4}$ der früher erforderlichen Zeit erreichen.

Wenn es sich somit bestätigen sollte, daß eine Vergrößerung des Spielraums wirklich eine so große Vermehrung der Wahrscheinlichkeit des Treffens bewirken kann, als hier zu beweisen versucht worden ist, so ist gar nicht abzusehen, warum man sich nicht dazu entschließen sollte.

VIII.

Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse.

Von

v. Brockhusen, Sec.-Lieut. in der 7ten Artillerie-Brigade.

Die zu diesem Aufsatz gehörige Zeichnung befindet sich auf der Kupferplatte des vorigen Aufsatzes.

Die Behandlung dieser Aufgabe, wenn sie in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt werden soll, erfordert zu ihrer Lösung eine umfassende Anschauung aller der darauf Einfluß habenden Kräfte, und führt dann meistens nur zu Differenzialgleichungen, deren Integration sich unausführbar zeigt, und die als Endresultat keinen Nutzen haben. Um diese Klippe zu umgehen, bekannte Resultate benutzen, und das minder Wichtige von dem Einflußreichern trennen zu können, habe ich mir erlaubt, mit der Betrachtung der einzelnen Fälle zu beginnen, um dann durch Zusammenfassung der erkannten Einflüsse das gewünschte Resultat erzielen zu können. Um dieser Arbeit ein allgemeineres Interesse zu verleihen, werde ich mich bestreben, die vorzutragenden Gegenstände so anschaulich wie möglich darzustellen, ohne auf ausführliche Beweise und verwickelte Rechnungen mich einzulassen. Aus demselben Grunde ist auch der Beweis jenes Satzes, welcher vorzugsweise den herrschenden Ansichten entgegentritt, so geführt, daß auch diesem die Anschauung folgen kann.

Vom Einfachern zum Complicirtern übergehend, sind folgende Abtheilungen in diesem Aufsatze gemacht worden, welche zur bessern Uebersicht hier mitgetheilt werden.

I. Bewegung beliebiger Körper im luftleeren Raume; zuvor jedoch eine Nachweisung, wie Kräfte in Rechnung gebracht werden.

II. Bewegung in der Luft von Körpern, deren Oberfläche eine mathematisch genaue Kugel ist, deren Inneres aber beliebig sein kann.

III. Erweiterung des vorigen Falles, wenn die Oberfläche überall gleichmäßig durch kleine Unebenheiten von der Kugelform abweicht, und Betrachtung der Einflüsse auffallender Unebenheiten.

IV. Nachweisung der Entstehung der Rotation.

Die ersten drei Abschnitte setzen daher eine schon vorhandene voranschreitende und drehende Bewegung des Geschosses voraus, und betrachten diese vorhandenen Geschwindigkeiten als Kräfte, während im vierten Abschnitte die Erscheinungen im Rohre näher betrachtet, und die jene Bewegung bedingenden Verhältnisse aufgesucht werden.

I.

Zum leichtern Verständniß des Folgenden erlaube ich mir nun einige Begriffe und technische Ausdrücke festzustellen, und einige Gesetze der Mechanik, die dieser Entwickelung zum Grunde liegen, in Erinnerung zu bringen.

Denke man sich deshalb zunächst einen Punkt ohne Ausdehnung, ohne Schwere oder Masse, welcher, nach Ohm's Beispiele, ein Atom benannt werden möge. Fügt man beliebig viele dieser Atome in beliebigem Abstande an einander, so daß sie eine gerade oder gekrümmte Linie, eine Fläche, einen gegebenen leeren Raum völlig begrenzen, so ist das darauf definirt, was man unter ein „*massenloses System*" versteht. Sind diese Atome irgendwie so an ihre gegenseitige Stellung gebunden, daß sie nur im gemeinsamen Vereine sich bewegen können, so bezeichnet man sie noch durch den Ausdruck: „*festes System*".

Durch Beseitigung aller Massen aus der Rechnung ist es leicht, den schweren Körper auf ein massenloses System zurückzuführen, was jedesmal geschieht, wenn man nur Bewegung im Auge hat, aber in einigen Fällen etwas Umsicht erfordert.

Von einem isolirten Atome folgert man, daß dasselbe, einmal in Ruhe, nie seinen Platz verläßt, und wenn es in Bewegung ist, dieselbe mit unveränderter Geschwindigkeit und Richtung beibehält, es sei denn, daß es durch äußere Einflüsse daran verhindert würde.

Um das sich bewegende Atom plötzlich zur Ruhe zu bringen, muß man eine Kraft auf dasselbe wirken lassen, welche die entgegengesetzte gleich große Bewegung desselben veranlassen würde. Ist auch nicht die Natur dieser Kräfte bekannt, so weiß man doch, daß Wirkung und Ursache einander gleich gesetzt werden müssen, weil unter den Ursachen der Bewegung des Atoms die Fortdauer einer schon früher gewesenen Bewegung obenan gestellt worden.

Der Größe nach ist daher Kraft und Geschwindigkeit der durch dieselbe hervorgebrachten Bewegung einander gleich, wenn sie auch dem Begriffe nach verschieden sind.

Bewirkt die Kraft plötzlich eine meßbare Geschwindigkeit, so benennet man dieselbe eine stoßende Kraft. Ist die entstandene Bewegung aber unendlich klein, so würde man sich um dieselbe nicht weiter kümmern, es sei denn, daß sie nicht blos momentan auf das Atom eingewirkt hätte, sondern daß sie stätig diese unendlich kleine Geschwindigkeit um eine ähnliche Geschwindigkeit vermehrte. Nach Verlauf einer meßbaren Zeit wird die Geschwindigkeit des Atoms dann auch eine meßbare Größe erreicht haben.

Eine solche stätig wirkende Kraft wolle man als Gegensatz zur stoßenden eine drückende nennen, und die Geschwindigkeit, welche von derselben in der Zeiteinheit einem Atome mitgetheilt wird, deren Beschleunigung. Ihre Größe ist dann gleich der unendlich kleinen Geschwindigkeit, die sie in der unendlich kleinen Zeit dt dem Atome mitgetheilt hat, gleich $\varphi\, dt$, wenn φ die Größe ihrer Beschleunigung ist.

Jede Bewegung eines Atoms ist daher gegeben, wenn die Größe der darauf einwirkenden Kräfte v und $\varphi\, dt$ und deren Richtungen bekannt sind. Wirken auf dasselbe Atom verschiedene stoßende oder drückende Kräfte ein, so lassen sich zunächst die gleichartigen Kräfte durch das Kräfte-Parallelogramm mit einander vereinigen. Dann können aber auch die Wirkungen der ungleichartigen Kräfte, mit Hülfe der Differenzialrechnung, auf demselben Wege vereinigt werden,

so daß Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung, und der Ort des Atoms, zu jeder Zeit aus den zu Anfang der Bewegung gegebenen Kräften berechnet werden können.

Zu dieser Berechnung zerlegt man alle Kräfte nach drei auf einander senkrechten Richtungen, und wenn es angeht so, daß alle Zerlegungen nach einer dieser Richtungen gleich Null werden. Ist letzteres möglich, d. h. liegen alle Kräfte in einer Ebene, so kann die Bahn des Atoms auch nur eine einfach gekrümmte Linie sein. Man berechnet dann die Bewegung, welche das Atom nach jeder dieser Richtungen allein erhalten würde, und hat dadurch, daß man ihm diese Bewegungen gleichzeitig beilegt, seine wirkliche Bewegung.

Ist das Atom gezwungen, sich in einem Kreise von Radius r zu bewegen, und wirkt, außer dem passiven Widerstande der Bahn, auf das Atom nur noch die Kraft v, die nur eine geradlinige Bewegung bewirken kann, so wird die Bahn von dem Atom einen Druck erleiden, den man Centrifugalkraft nennt, und welcher gleich der Geschwindigkeit, mit der das Atom sich in der Richtung des Radius zu entfernen strebt, $= \frac{v^2}{r}\,dt = w^2 \,.\, r \,.\, dt$ ist, wenn unter w die Winkelgeschwindigkeit des Atoms, d. h. die Geschwindigkeit eines auf der Entfernung = 1 befindlichen, in derselben Zeit den Umkreis durchlaufenden Atoms verstanden wird.

Haben alle Atome eines festen Systems eine Bewegung in paralleler Richtung von gleicher Geschwindigkeit, so ist die Bewegung des Systems durch die Bewegung eines Atoms gegeben. Die Kraft, welche die Bewegung dieses Systems hervorgerufen hat, ist aber dieselbe geblieben, wenn auch durch dieselbe jetzt ein — bloßer Raum — seine Bewegung erhalten hat. Die jedesmalige Lage des festen Systems ist aber gegeben, wenn der Ort von drei an verschiedenen Stellen desselben, aber nicht in gerader Linie, befindlichen Atomen bekannt ist. Denkt man sich daher die Bewegung des einen dieser Atome fest bestimmt, und die Veränderung der Lage der beiden andern Atome zu jenem ebenfalls gegeben, so bestimmen diese die ganze Bewegung des festen Systems. Selbst zwei Kräfte lassen sich finden, die genau jede Bewegung des Systems bestimmen, da nicht blos der Ort, sondern auch die Richtung und Größe der Kräfte gegeben sein müssen.

Zweckmäßig bleibt es aber immer für alle gleichartigen Kräfte, die ein festes System angreifen, eine einzelne Kraft und ein Gegenpaar von Kräften aufzusuchen. Erstere bestimmt allein das Voranschreiten des ganzen Systems, letztere sind zwei gleich große, entgegengesetzt wirkende und einen meßbaren Abstand von einander habende Kräfte, die nur Rotation erzeugen können. Der Ort, um den sich das System drehen soll, muß aber noch näher bestimmt werden, da sie nur die Richtung und die Geschwindigkeit der Drehung, so lange noch keine Massen betrachtet werden, andeuten.

Ist die Richtung der Ebene, in der das Gegenpaar liegt gegen die Weltgegenden, in welchem Sinne dasselbe drehen will, und das Moment desselben (= Kraft multiplicirt mit dem gegenseitigen Abstande) bekannt, so ist auch seine Wirkung gegeben, sobald auf Massen Bezug genommen wird. Jede Drehung ruft aber noch Centrifugalkräfte hervor, welche zwar unendlich klein sind, dafür aber stätig an dem festen Systeme zerren, und seine Bewegung kontinuirlich ändern können. Diese Centrifugalkräfte sollen weiter unten ausführlicher behandelt werden, da dieses nur mit Nutzen geschehen kann, wenn sich bewegende Massen betrachtet werden. Deshalb erlaube man mir zur Betrachtung der Bewegung materieller kleinster Theilchen — Molekule — und schwerer Körper überzugehen. Bewegt sich eine Molekule, deren unendlich kleine Masse gleich dm ist, mit der Geschwindigkeit v, so kann eine Kraft = v . dm dafür substituirt werden, welche, wenn sie stoßend auf die Molekule wirkt, dieselbe Bewegung hervorrufen würde. Vereinigt man beliebig viele solcher materiellen Theilchen (es seien dieser n) zu einem festen Systeme von beliebiger Gestalt und in beliebiger Entfernung von einander, und denkt man sich, daß sie alle parallel und mit gleicher Geschwindigkeit sich bewegen, so wird man für alle diese, die einzelnen Molekule angreifenden, Kräfte eine einzige setzen können, deren = v . n . dm ist, und die den Schwerpunkt des Körpers angreift. Man hat daher ganz allgemein, wenn m die Masse eines Körpers und dessen Geschwindigkeit = v ist, durch das Produkt dieser beiden Größen die Größe der den Schwerpunkt des schweren Systems angreifenden Kraft ausgedrückt, welche dem Körper dieselbe Geschwindigkeit ertheilen würde, wenn sie stoßend auf denselben wirkte.

Ist die demselben Körper ertheilte Geschwindigkeit unendlich klein, wirkt aber die Kraft stätig, so daß die nach der vollendeten Zeiteinheit erlangte Geschwindigkeit $= \varphi$ ist, so ist die Größe der Kraft $= m \cdot \varphi \cdot dt$, und wenn die Masse des Körpers unendlich klein ist, so ist sie $= \varphi \cdot dm \cdot dt$.

Drückt ein Gewicht von p Pfd. auf eine Masse von q Pfd., so ist, weil der Druck von der anziehenden Kraft der Erde herrührt, die stätige Kraft $= p \cdot g \cdot dt$ und ihre Beschleunigung $= \frac{p}{q} \cdot g \cdot dt$, wenn unter g die Beschleunigung dee Schwere $= 31{,}2648'$ rheinländisch verstanden wird. Der Druck, welchen die Cintrifugalkraft einer Molekûle auf die Rotationsachse ausübt, ist daher auch:

$= \frac{v^2}{r} \cdot dm \cdot dt$ oder $w^2 r \cdot dm \cdot dt$.

Denkt man sich nun, daß das oben angedeutete System von Massenelementen sich ungleichmäßig bewege, daher verschiedene Kräfte und von verschiedener Richtung auf dasselbe wirken, so wird man auch jetzt für alle diese verschiedenen Kräfte — wie auch deren Größe und Richtung, und die örtliche Vertheilung derselben beschaffen sein mag — drei Kräfte ihrer Größe, Lage und Richtung nach finden können, welche dasselbe leisten, und in ihrer einfachen Gestalt in eine einzige und ein Gegenpaar sich umwandeln lassen.

Durch die drehende Bewegung des schweren Systemes werden aber die einzelnen Molekûle, jede für sich, in der Richtung des Radius ihrer augenblicklichen Kreisbewegung einen Druck erzeugen. Alle diese Drucke lassen sich nun wiederum in eine mittlere Centrifugalkraft und in ein Centrifugalgegenpaar vereinigen. Ist η die Entfernung des Schwerpunktes von der augenblicklichen Drehachse, so findet sich immer erstere Kraft $= w^2 \cdot m \cdot \eta \cdot dt$, und die Richtung derselben fällt mit der Normale vom Schwerpunkte auf die Drehachse zusammen. Diese vom Schwerpunkte ausgehende Centrifugalkraft wirkt drückend auf die Rotationsachse des Geschosses, und verschwindet, wenn die Rotationsachse durch den Schwerpunkt geht. Bewegt sich also der Körper ganz frei, so wird die Rotationsachse immer durch den Schwerpunkt gehen, und dann nur noch das Centrifugalgegenpaar übrig bleiben.

Wirken auf ein ganz freies System demnach verschiedene stoßende Kräfte ein, so vereinige man sie so, daß sie sich alle auf eine den Schwerpunkt desselben angreifende Kraft und ein Gegenpaar reduciren. Erstere bestimmt unabhängig von der Drehung die Bewegung des Schwerpunktes im Raume; und das Gegenpaar, im Verein mit dem Centrifugalgegenpaar, giebt die Bewegung des Systems um diesen unabhängig sich bewegenden und in Bezug auf eine Drehung festen Punkt. Treten von außen noch beschleunigende Kräfte hinzu, wie die Anziehung der Erde, welche im Schwerpunkte sich vereinigen lassen, so haben diese auf die Rotation keinen Einfluß. Man kann daher die drehende und fortschreitende Bewegung der Geschosse im luftleeren Raume gesondert von einander betrachten, da bekannt ist, daß die Bewegung des Schwerpunktes und die Drehung um denselben unabhängig von einander sind.

Die Bewegung eines Atoms, auf welches eine stoßende Kraft und die Anziehung der Erde, welche für unsere Entfernungen immer parallel mit sich selbst gedacht werden kann, wirken, geschieht bekanntlich in einer Parabel, deren Verhältnisse genau nachgewiesen werden können, und bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Ist die Rotationsachse durch den Schwerpunkt eines freien Körpers gelegt, oder kann der Körper sich nur um einen festen Punkt drehen, so daß, durch den Widerstand desselben, der Druck, welcher durch die Centrifugalkraft stätig in der Richtung des Schwerpunktes wirkt, vernichtet wird, so bleibt nur das stoßende Gegenpaar und das Centrifugalgegenpaar in ihrer vereinten Wirkung näher zu untersuchen.

Das geometrische Bild der Bewegung eines um einen absolut festen Punkt, oder um seinen Schwerpunkt rotirenden Körpers ist ausführlich in Ohm's Mechanik 3ten Bandes pag. 234 zusammengestellt, und ist in der Kürze folgendes:

Denke man sich die Spitze eines normalen Kegels, welcher im Raume unbeweglich fest sitzt, mit dem festen Punkte des Körpers zusammenfallend, und äußerlich diesem Kegel anliegend einen zweiten, elliptischen, oft auch normalen Kegel, dessen Spitze ebenfalls mit diesem festen Punkte zusammenfällt, der aber mit dem Körper fest verbunden sein soll. Rollt man nun diesen mit dem Körper fest verbun-

denen Kegel um den im Raume festgedachten Kegel äußerlich herum, ohne daß er auf demselben gleitet, wobei die Spitzen beider sich immer berühren werden, so ist dadurch das vollkommene Bild der geometrischen Bewegung eines um einen festen Punkt rotirenden Körpers gegeben. Derselbe wird daher beständig, sowohl in Bezug auf die Lage im Körper, wie auch auf die Richtung gegen die Weltgegenden, seine Rotationsachse ändern. Beide Kegel sind nur von der Vertheilung der einzelnen Molekule in dem Körper und von der Richtung der Ebenen des stoßenden Gegenpaares gegen die durch Vertheilung der Massen ebenfalls bedingten Hauptrotationsachsen abhängig.

Die Geschwindigkeit des Abrollens schwankt auch etwas, welche Veränderungen durch obige Umstände gleichfalls bedingt sind, wogegen nur auf die Größe der mittleren Geschwindigkeit des Abrollens die Größe des stoßenden Gegenpaares von Einfluß ist.

Die Winkel, welche die Kegelwände mit einander machen, lassen sich aus den Werthen der Hauptträgheitsmomente des Körpers für den festen Punkt, und der Lage der Ebene des stoßenden Gegenpaares gegen die Hauptrotationsachsen berechnen; woraus sich ergiebt, daß, wenn dieselben nicht zu ungleich sind, der im Raume feststzende Kegel keinen großen Scheitelwinkel haben kann.

Der im Raume feststzende Kegel ist, genau genommen, kein gemeiner, sondern sein Durchschnitt ist eine zwischen zwei concentrischen Kreisen sich hinschlängelnde Kurve, Serpoloide genannt. Dieser Aufgabe interessirt übrigens nur der äußere die Kurve einschließende Kreis, weil er die Grenzen der Schwankungen der Rotationsachse in Hinsicht auf die Richtung gegen die Weltgegenden angiebt, wogegen die Lage der Achse im Geschosse, ihrer Kugelgestalt wegen, gleichgültig für die Aufgabe ist. Beide Kegel können aber unter Umständen zu einer bloßen Linie werden, wo dann die Rotationsachse mit einer der Hauptrotationsachsen im Körper, deren für jeden Punkt wenigstens drei auf einander senkrechte sind, zusammenfällt. Für diesen Fall müssen die Centrifugalkräfte sich vollständig aufheben, und es wird dann die Rotation unverändert fortdauern.

Bewegt sich der feste Punkt des rotirenden Körpers im Raume voran, so muß der im Raume feststzende Kegel nach dieser Richtung hin, parallel mit sich, diese Bewegung habend, und gleichzeitig die

Bewegung des Abrollens fortdauernd gedacht werden. Die Richtung der Rotatationsachse gegen die Weltgegenden wird daher im Allgemeinen nur Schwankungen unterworfen sein, und in den Fällen, wo das Centrifugalgegenpaar gleich Null ist, muß dieselbe parallel mit sich im Raume voran bewegt werden.

Wirken aber von außen beschleunigende, nicht den Schwerpunkt angreifende Kräfte ein, so können diese die Bewegung ändern, und es wird dann in den meisten Fällen nicht mehr erlaubt sein, die voranschreitende und die drehende Bewegung ganz von einander zu sondern. Dieses ist der Fall bei einer Bewegung in der Luft, weshalb jetzt zur Betrachtung der Bewegung eines Geschosses von sphärischer Oberfläche im von Luft erfüllten Raume übergegangen werden soll.

II.

Ist auch die Größe des Widerstandes der Luft, eine Modification des aerostatischen Druckes, nicht vollständig bekannt, so weiß man doch, daß derselbe blos von der Geschwindigkeit des Körpers abhängt, und daß die Formel außerdem constante Faktoren hat, welche durch die Größe der Elasticität und des aerostatischen Druckes der Luft, und durch die Gestalt der Oberfläche des Körpers bedingt werden.

Ohne zu rechnen kann man folgern, daß die Richtung des vereinigten Widerstandes der Luft, bei einer mathematisch genauen Kugel, der Bewegung direkt entgegen, und durch den Mittelpunkt der Kugel geht; ferner daß eine ruhende und um den Mittelpunkt rotirende vollkommene Kugel keinen Widerstand hervorruft. — In einem früheren Aufsatze (Theorie des Widerstandes der Luft) ist nachgewiesen worden, daß keine Adhäsionsreibung der Luft mit festen Körpern in Rechnung gebracht werden darf. —

Drehet sich aber die Kugel um einen Punkt, der um E vom Mittelpunkte der Kugel obliegt, und der unbeweglich gedacht wird, so muß diese Bewegung einen Luftwiderstand hervorrufen, der zwar durch Rechnung gefunden worden, der hier aber durch eine andere Betrachtung näher bestimmt werden soll.

Der Widerstand gegen eine im Raume sich bewegende Kugel sei bekannt; derselbe muß eine Function der Geschwindigkeit des Mittelpunktes der Kugel sein. Ist die Bewegung auch nicht immer gerad-

linig, so muß der Widerstand gegen die Kugel, ihrer Gestalt wegen, doch immer derselbe bleiben, wenn nur die Geschwindigkeit des Mittelpunktes unverändert geblieben. Macht daher die Kugel eine Kreisbewegung um einen andern Punkt, so braucht man nur die Geschwindigkeit des Mittelpunktes näher zu bestimmen, wenn man den Widerstand der Luft gegen diese Bewegung erkennen will. Ist nämlich die Winkelgeschwindigkeit der excentrisch rotirenden Kugel = w, so ist die Geschwindigkeit des Mittelpunktes = wε, welcher Werth in die Widerstandsformel nur für v gesetzt zu werden braucht, um den Widerstand der Luft gegen die excentrisch sich drehende Kugel zu erhalten. Die Richtung dieses Widerstandes muß aber immer genau der Bewegung des Mittelpunktes entgegen sein, also senkrecht auf die Verbindungslinie des festen Pnnktes und des Mittelpunktes den letzteren treffen.

Bewegt sich die Kugel gleichzeitig im Raume voran, so wird Größe, Lage und Richtung des durch diese Drehung bewirkten Widerstandes eine beständig variirende Aenderung erleiden. Die Rotationsebene des Mittelpunktes kann in den verschiedenen Fällen, die vorkommen können, jeden beliebigen Winkel mit der Richtung der Bewegung machen. Jede Drehung um eine beliebige Achse läßt sich aber in zwei gleichzeitige Drehungen zerlegen, deren Rotationsachsen entweder senkrecht auf der Richtung der Bewegung stehen, oder mit derselben zusammenfallen. Findet man, daß einzelne Verhältnisse beiden Drehungen gemeinschaftlich sind, so müssen diese daher auch für jede beliebige Drehung gültig sein, weshalb beide Fälle einzeln untersucht, und die Richtung und relative Größe des Luftwiderstandes, so weit dies erforderlich, in beiden Fällen bestimmt werden sollen.

Drehet sich die Kugel um eine Achse, die mit der Richtung der Bewegung des festen Punktes der Kugel zusammenfällt, so ist der Weg des Mittelpunktes eine Schraubenlinie, und die Geschwindigkeit desselben im luftleeren Raume eine gleichmäßige. Der Luftwiderstand wirkt aber, als verzögernde Kraft, direkt der Bewegung des Mittelpunktes entgegen, und fällt deshalb mit der Tangente an diese Curve zusammen. Zerlegt man diesen Widerstand nach zwei auf einander normalen Richtungen, von denen die eine mit der Rotationsachse zu-

sammenfällt, so ergiebt sich, daß derselbe jederzeit sich in zwei Theile zerlegen läßt, von denen der eine den Mittelpunkt in der Richtung der voranschreitenden Bewegung, der andere normal auf die Verbindungslinie des festen und des Mittelpunktes in der Rotationsebene derselben liegend angreift. Die Lage dieses letzteren durch Rotation erzeugten Widerstandes ist für die Beantwortung der vorliegenden Aufgabe wichtig, da die Lage der Drehachse durch denselben bedingt wird, weshalb diese auch in dem andern Falle jetzt aufgesucht werden soll. Rotirt aber die Kugel so, daß die Rotationsebene des Mittelpunktes mit der Richtung der voranschreitenden Bewegung zusammenfällt, so ist der Weg des Mittelpunktes eine Cykloide, welches auch das Verhältniß der Rotationsgeschwindigkeit des Mittelpunktes zu der Geschwindigkeit der voranschreitenden Bewegung sein mag. Ist die Drehungsgeschwindigkeit der in der Artillerie vorkommenden Geschosse auch noch so groß, so wird doch die Geschwindigkeit, mit welcher der Mittelpunkt um einen Punkt im Innern derselben rotirt, jederzeit kleiner sein, als die Geschwindigkeit der Bewegung der Geschosse im Raume, weshalb man nur die Bewegung des Mittelpunktes in einer gestreckten Cykloide näher zu untersuchen hat. (Man sehe hiebei Figur 1.) Der Weg des Mittelpunktes ist durch die Curve a, b, c, d, e, f, g angedeutet, während der feste Punkt der Rotationsachse den Weg h, b, d, f durchwandert. Im leeren Raume hat Letzterer die constante Geschwindigkeit v, wogegen der Mittelpunkt mit im Ganzen größerer, jedoch veränderlicher Geschwindigkeit voranschreitet. An den Punkten c und g ist die Geschwindigkeit des Mittelpunktes gleich $v + w\varepsilon$, dagegen an den Punkten a und e nur $v - w\varepsilon$. Der nach der Richtung von v zerlegte Theil der Geschwindigkeit des Mittelpunktes findet sich an den Punkten b, d, f gleich v, und die Geschwindigkeit selbst deshalb größer als v.

Geht man von diesen Durchschnittspunkten der Curve nach a und nach e, wo die Geschwindigkeit des Mittelpunktes kleiner als v ist, so müssen sich zwei Punkte etwa bei μ und λ in der Curve antreffen lassen, wo diese Geschwindigkeit gleich v ist, weshalb nur in dem kleineren Theile des von dem Mittelpunkte zu durchlaufenden Weges die Geschwindigkeit desselben kleiner als v sein kann.

Der Widerstand gegen Bewegung muß nun immer mit der Tangente an diese Cykloide zusammenfallen, und wegen der ungleichen Geschwindigkeit von variabler Größe sein. Zerlegt man ihn allenthalben nach der Richtung der voranschreitenden Bewegung und normal darauf, so wird man zwei variable Widerstände, welche gleichzeitig den Mittelpunkt angreifen, haben. Den nach der Richtung der Bewegung zerlegten Theil des Widerstandes denke man sich nun aus zwei Theilen bestehend, von denen der eine constant und der Geschwindigkeit v entsprechend, der andere aber variable und positiv oder negativ sein kann. Diesen letzten variablen Widerstand vereinige man nun wieder mit dem nach der andern Richtung zerlegten, weil beide nur durch die rotirende Bewegung hervorgerufen sein können. Die Lage dieser vereinigten, durch die Rotation des Geschosses bedingten Kraft muß mit der Diagonale des aus jenen beiden variablen Kräften gebildeten Parallelogramms zusammenfallen. Diese Diagonale kann nur verschiedene Winkel mit der Verbindungslinie des festen Punktes der Drehachse und des Mittelpunktes machen, worüber die Figur näheren Aufschluß geben wird. Untersuche man daher noch an den wichtigsten Stellen der Curve die Richtung der beiden einzelnen variablen Kräfte in Bezug auf die Lage jener Linie, so wie ihre Größe daselbst, um in etwas die Richtung der Größe der vereinigten Kraft daraus folgern zu können.

Wird auch nur angenommen, daß der Luftwiderstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional sei, so findet sich doch, daß an den Durchschnittspunkten der beiden Wege bei b, d, f der variable Theil des nach der Richtung von v zerlegten Widerstandes größer als Null sein müsse; wodurch die Diagonale beider variablen Widerstände dort einen spitzen resp. stumpfen Winkel mit der oft erwähnten Verbindungslinie machen muß.

Wird der variable Theil des nach der Richtung von v zerlegten Widerstandes gleich Null, was in der Nähe von μ und λ der Fall sein muß, so bleibt nur die Lage des normal auf die Richtung von v zerlegten Theils des Widerstandes zu untersuchen, welche Lage offenbar der der Diagonale im vorigen Falle ähnlich ist. Bei c und g, ebenso bei a und e, wird der normal auf die Richtung von v zerlegte Theil des Widerstandes gleich Null, und die Lage des andern variablen

Widerstandes, der bei c und g größer als bei a und e ist, ist normal gegen die Verbindungslinie der beiden speciell betrachteten Punkte. Verfolgt man die einzelnen Fälle noch genauer, so überzeugt man sich bald, daß der vereinigte Widerstand, welcher der drehenden Bewegung entgegenwirkt, nie gleich Null wird, und nie mit der Verbindungslinie beider Punkte zusammenfallen kann.

Diesen Widerstand kann man aber immer zerlegen, in Einem, welcher normal auf jener Verbindungslinie den Mittelpunkt angreift, und in Einem, dessen Richtung mit dieser Verbindungslinie zusammenfällt. Ersterer ist zwar veränderlich, kann aber nie gleich Null werden, Letzterer wird aber abwechselnd positiv, Null und negativ werden.

Drehet sich daher eine Kugel um einen Punkt, der vom Mittelpunkte um ε abliegt, so wird in allen Fällen ein immer thätiger Widerstand erzeugt, der normal auf der Verbindungslinie beider Punkte und in der Rotations-Ebene liegend den Schwerpunkt angreift. Außerdem kann noch eine andere Kraft in dieser Verbindungslinie selbst liegen. Die Richtung dieser beiden Kräfte ist daher immer durch die Lage des Geschosses gegeben, wogegen der durch die fortschreitende Bewegung erzeugte Widerstand unabhängig von der augenblicklichen Lage der Kugel ist.

Ist aber $\varepsilon = o$, d. h. drehet sich die Kugel um ihren Mittelpunkt, so wird durch die Rotation die Geschwindigkeit des Mittelpunktes nicht verändert, mithin auch kein Widerstand durch die Rotation erzeugt werden. Eine um ihren Mittelpunkt sich drehende Kugel (vorausgesetzt, daß sie eine mathematisch genaue Oberfläche hat, und kein gewöhnliches Geschoß ist) wird daher durch eine Rotation keine Aenderung in ihrer Bahn erleiden können, selbst wenn die Vertheilung der Massen im Innern ganz ungleich sein sollte. Der Mittelpunkt muß es aber dann sein, dessen Lage betrachtet wird und nicht der Schwerpunkt. Daß die Rotation jederzeit um den Mittelpunkt erfolgt, wird weiter unten nachgewiesen werden.

Es ist oben zugegeben worden, daß der Widerstand der Luft sich immer gegen den Mittelpunkt concentrirt. Gehet die Richtung des Widerstandes nicht durch den Schwerpunkt des Geschosses, so muß derselbe sich ungleichmäßig auf die verschiedenen Hälften der Kugel bemerklich machen, und denselben eine ungleiche Beschleunigung

ertheilen. Suche man daher den Centralpunkt der hier vorhandenen parallelen Kräfte, welche die einzelnen Molekûle des Geſchoſſes angreifen, näher kennen zu lernen, da die Richtung der mittleren Kraft in jeder Lage denſelben treffen, und die beſchleunigende Kraft des Luftwiderſtandes in der aufs maſſenloſe Syſtem zurückgeführten Kugel dorthin verlegt werden muß.

Sei die Entfernung des Schwerpunktes vom Mittelpunkte $= \beta$, die Maſſe der Kugel $= m$, ihr Radius r, und die Kraft, welche den Mittelpunkt erfaßt, $= W$. (Man ſehe Figur 2.)

Da man ſich alle Maſſe im Schwerpunkt vereinigt denken kann, ſo reduzirt ſich die Figur auf eine von Kräften erfaßte ſchwere Linie, welche nun auf eine maſſenloſe zurückgeführt werden ſoll. Für die den Mittelpunkt c angreifende Kraft W können zwei andere ſubſtituirt werden, welche parallel der vorigen, einander gleich, in gleichem Abſtande $= r$ von derſelben ſind, und gemeinſchaftlich denſelben Druck ausüben. Ebenſo iſt es erlaubt, die Maſſe m in zwei Theile p und q zu zerlegen, jedoch ſo, daß ihre Momente einander gleich ſind. Es muß daher: $p\,(r+\beta) = q\,(r-\beta)$ ſein, und da außerdem $p + q = m$ ſein muß, ſo hat man:

$$p = \frac{m\,(r-\beta)}{2\,r}\,; \quad q = \frac{m\,(r+\beta)}{2\,r}$$

Sollen nun die auf die maſſenloſe Linie wirkenden Kräfte, welche der Einleitung zufolge mit den Geſchwindigkeiten gleichgeltend ſind, an den Punkten bei A und B näher beſtimmt werden, ſo findet ſich jene

$$\text{bei A} = \frac{Wq}{2\,p} = \frac{W\,.\,rg}{m\,(r-\beta)} \text{ und die}$$

$$\text{bei B} = \frac{Wg}{2\,q} = \frac{W\,.\,r\,.\,g}{m\,(r+\beta)}\,;$$

Sucht man aber den Ort zu beſtimmen, wo die mittlere Kraft $\frac{W}{m}$ anzubringen iſt, um den andern beiden das Gleichgewicht zu halten, ſo iſt dieſer gegeben durch die Gleichung:

$$\frac{W\,.\,g\,.\,r\,(r-x)}{m\,(r-\beta)} = \frac{W\,.\,g\,.\,r\,(r+x)}{m\,(r+\beta)}, \text{ woraus}$$

$$\frac{r-x}{r-\beta} = \frac{r+x}{r+\beta} \text{ und } x = \beta \text{ folgt.}$$

Soll daher, zur näheren Betrachtung der vorliegenden Verhältnisse, die zu untersuchende Kugel auf ein massenloses System zurückgeführt werden, so müssen alle den Mittelpunkt der schweren Kugel angreifenden Kräfte parallel mit sich nach diesem nun gefundenen Centralpunkte dieser parallelen Kräfte verlegt werden.

Durch das Vorhergehende sind die einzelnen Kräfte, welche auf das Geschoß einwirken, hinlänglich bekannt geworden, wenn auch ihre Größe noch nicht gegeben ist, um eine Vergleichung der als gleichartig erkannten Kräfte, des Luftdrucks und der Centrifugalkraft anstellen zu können.

Es ist bekannt, daß das Geschoß, so lange es im Rohre ist, nur um seinen Mittelpunkt sich drehen kann, im luftleeren Raume sich aber um seinen Schwerpunkt drehet. Irgendwie sei nun die augenblickliche Rotationsachse u u (Fig. 3) zwischen beiden Punkten fixirt, und siehe, der einfachern Gestalt wegen, normal auf der Verbindungslinie beider Punkte. Sei ε der Abstand des Mittelpunktes, und η der des Schwerpunktes von der Rotationsachse, so daß $\varepsilon + \eta = \beta$ gleich der Entfernung des Schwerpunktes s vom Mittelpunkt c ist.

Betrachtet man das Centrifugalgegenpaar einstweilen nicht, da sein Einfluß bleibt, an welchen Punkt auch immer die Rotationsachse gefesselt sein möge, so bleibt bloß der Theil der Centrifugalkraft, welcher seiner Richtung nach mit der Normale von dem Schwerpunkte auf die Rotationsachse zusammenfällt, und gleich R sein möge, in seiner Wirkung näher zu untersuchen. In dem aufgefundenen Centralpunkte, dessen Lage entgegengesetzt vom Schwerpunkte ist, bringe man normal auf der Verbindungslinie dieser Punkte den oben nachgewiesenen Luftwiderstand = W an. Mit der Linie c s fällt der positive resp. negative Theil desselben = L zusammen (siehe oben), welchen man gleich mit R zusammenfassen, und L + R = Q setzen wolle. (Obgleich dieselben Buchstaben beibehalten worden sind, so denke man sich doch die Kräfte hier auf das massenlose System reduzirt.) Diese durch den Schwerpunkt und Centralpunkt gehende Kraft Q vereinige man mit der darauf normalen Kraft W in eine mittlere X, deren Größe und Richtung durch folgende Gleichungen gegeben sind:

$$X = + \sqrt{W^2 + Q^2}; \quad \sin \alpha = \frac{W}{+ \sqrt{W^2 + Q^2}};$$

Diese von der Geschwindigkeit der Drehung abhängende Kraft X wirkt der Rotation entgegen. Sucht man daher ihr Moment in Bezug auf die Rotationsachse, so ist dasselbe $= hX = (\beta + \varepsilon) X \sin \alpha$; und wenn man dafür obige Werthe setzt, so findet sich: $hX (\beta + \varepsilon) . W$; was in Worten ausgedrückt etwa heißt: der normal auf der Verbindungslinie jener Punkte stehende Theil des Luftwiderstandes übt auf die Rotation einer Kugel denselben Einfluß aus, er mag für sich allein wirken, oder die Centrifugalkraft mit thätig sein.

Der constante Hebelarm β jenes Luftwiderstandes trägt viel zu dem Uebergewichte des Luftwiderstandes bei, welches nur dann aufhört, wenn die Winkel $\alpha = o$ geworden, d. h. wenn Q gegen W unendlich groß, oder wenn $W = o$ geworden ist. W kann aber nur gleich Null werden, wenn ε oder wenn w gleich Null wird, welches Letztere gegen die Annahme ist. So lange also noch nicht ε gleich Null geworden ist, d. h. so lange die Rotationsachse nicht durch den Mittelpunkt geht, wird daher das Uebergewicht des Luftdruckes bleiben, weshalb die Rotationsachse, bei einer Bewegung in der Luft, an den Mittelpunkt der Kugel, d. h. an den Punkt, wo der Luftwiderstand sich concentrirt, gefesselt sein muß, und die immer zerrende Centrifugalkraft nicht fähig sein kann, derselben eine andere Lage zu geben.

Genügt auch diese Vergleichung der auf das Geschoß einwirkenden Kräfte zur Bestimmung der Lage der Rotationsachse, da dieser Weg, durch entsprechende Erweiterung dieses Verfahrens, selbst zu einem strengen Beweise der hier nachgewiesenen Lage wird, so giebt es doch einen bündigen Beweis dieses Satzes, der hier mitgetheilt werden soll.

Derselbe stützt sich auf das Princip der kleinsten Wirkungen (le principe de la moindre quantité d'action), welches zwar von Ohm nur für Fälle, unter welche diese Aufgabe nicht gehört, von Lagrange aber ganz allgemein bewiesen worden, indem er nachweiset, daß dieser Satz allein genügt, die allgemeine Gleichung der Bewegung daraus herzuleiten. Derselbe heißt:

„Unter allen Wegen, welche das System durchlaufen könnte, um von seiner Anfangsstellung in seine Endstellung zu gelangen, durchläuft es allemal denjenigen,

für welchen die Summe der während der Dauer der Bewegung verbrauchten lebendigen Kräfte ein Minimum (oder ein Maximum) ist."

Der Fall des Maximum tritt nur in seltenen Fällen ein, und ist hier nicht denkbar.

Betrachtet man das Gesetz genauer, so scheint es kaum nöthig, daß es bewiesen zu werden braucht, denn das wird Jeder zugestehen, daß ein sich bewegender Körper immer den Weg sich sucht, auf dem er seine Hindernisse am leichtesten überwinden kann, auf dem er daher, nach Ueberwindung derselben, von seiner lebendigen Kraft am wenigsten verloren hat.

Um den Beweis, daß die Rotationsachse immer an den Punkt gefesselt ist, in dem sich der Widerstand der Luft concentrirt, vollkommen durchzuführen, ist nun nur eine Vergleichung des Verbrauchs an lebendigen Kräften anzustellen nöthig, wozu die oben betrachtete Bewegung des Mittelpunktes in einer gestreckten Cykloide und die einer einfachen Drehung genügen kann.

Denke man sich deshalb, die Kugel soll sich gleichzeitig drehend von b bis f bewegen (Fig. 1), welche zwei Punkte dieselbe Lage der Kugel voraussetzen, so ist die Durchführung dieses Beweises auf die Beantwortung folgender Frage zurückgeführt. Ist die Summe des Widerstandes gegen die Bewegung ein Minimum, wenn der Mittelpunkt der Kugel den geraden Weg durchläuft, und den Schwerpunkt zwingt, in derselben Zeit eine ähnliche Cykloide zu durchlaufen, oder giebt es noch einen andern Weg, auf dem ein geringerer oder derselbe Widerstand erzielt werden kann?

Die Antwort ergiebt sich leicht.

Betrachtet man eine einfache Rotation, so findet sich, daß durch den Widerstand der Luft die Geschwindigkeit der Drehung continuirlich verlangsamet wird, wenn die Drehung um einen Punkt außerhalb des Mittelpunktes erfolgt; daß dagegen die Geschwindigkeit der Drehung gleich anfangs kleiner ausfällt, wenn sie nicht um den Schwerpunkt geschieht, weil das Trägheitsmoment am kleinsten ist, wenn die Rotationsachse durch den Schwerpunkt geht, daß aber dann diese Geschwindigkeit der Drehung constant bleibt.

Die lebendige Kraft im rotirenden Geschosse ist aber $= w^2 \Sigma (r^2\, dm)$, wenn r der Abstand einer beliebigen Molekule von der Drehachse ist, mithin unter dem Factor von w^2 das Trägheitsmoment vorgestellt wird. Daß dieser Ausdruck am wenigsten von seinem Werthe verliert, wenn er nicht continuirlich verkleinert wird, braucht wohl nicht weiter nachgewiesen zu werden.

Ist auch die Oberfläche der Geschosse von der sphärischen Gestalt abweichend, jedoch so, daß der Luftwiderstand sich immer in einem Punkte concentrirt, so bleibt das Vorstehende dennoch wahr. Bei der Bewegung einer Kugel in der Luft ist es daher der Mittelpunkt, auf den man alle Kräfte reduziren, dessen voranschreitende Bewegung man näher betrachten muß.

In Bezug auf eine Rotation um den Mittelpunkt gilt alles, was im ersten Abschnitte über Drehung um einen festen Punkt gesagt worden, da die durch den Schwerpunkt bedingte Centrifugalkraft durch den Luftwiderstand neutralisirt wird, und nur das Centrifugalgegenpaar wirksam bleibt.

Die Schwankungen der Lage der Achse in der Kugel, so wie diese Lage selbst, können, wenn die Oberfläche überall gleich ist, keinen Einfluß auf die Bahn des Geschosses haben; der Einfluß jener Schwankungen aber, welche die Achse in ihrer Richtung gegen die Weltgegenden erleidet, so wie der der Rotationsgeschwindigkeit, kann auf die Bahn des Mittelpunktes nur gering sein, weshalb es erlaubt scheint, diese Schwankungen zu vernachlässigen.

(Im nächsten Abschnitte werden die durch Rotation bedingten Einflüsse auf die Bahn des Mittelpunktes näher nachgewiesen werden, wo sich finden wird, daß Schwankungen in der Rotation auch nur Schwankungen in der Bahn erzeugen können.)

Es treten aber noch Umstände ein, die auf die Drehung des Geschosses ähnlichen Einfluß haben, jedoch die voranschreitende Bewegung nicht zu ändern vermögen, so lange man die Oberfläche sich vollkommen sphärisch denkt; deren Einfluß auf die Bahn, bei einer rauhen Oberfläche des Geschosses, aber nur dann bemerklich sein kann, wenn sie die Rotationsgeschwindigkeit des Geschosses dauernd verändern. Fällt nämlich Schwerpunkt und Mittelpunkt nicht zusammen, so bewirkt die im Schwerpunkte vereinigte Anziehung der Erde auf die

nicht rotirende Kugel eine pendelartige Bewegung des Schwerpunktes in Bezug auf den Mittelpunkt. Rotirt aber die Kugel, so veranlaßt die Anziehung regelmäßige Schwankungen der Rotationsgeschwindigkeit. Aehnliches bewirkt die im Centralpunkte des Luftwiderstandes vereint zu denkende, beschleunigende Kraft desselben auf das nicht rotirende Geschoß. Weil aber der Widerstand der Luft mit der Geschwindigkeit des Mittelpunktes abnimmt, so wird seine Beschleunigung in gleichen Zeiträumen auch nicht mehr dieselbe sein können, aus welchem Grunde die Schwingungsweiten dieser Pendelbewegung des Geschosses immer größer werden, und zuletzt in eine pendelartige Rotation übergehen, deren Richtung von der ursprünglichen Lage der leichteren Hälfte der Kugel bedingt ist. Die hierdurch erzeugte Rotation kann jedoch beim Niederfallen des Geschosses nur von geringer Geschwindigkeit sein. In einem rotirenden Geschosse kann dieser Einfluß ebenfalls nur Schwankungen und kleine Aenderungen der Rotationsgeschwindigkeit hervorrufen. Ist auch durch letzteres eine dauernde Veränderung in der Rotationsgeschwindigkeit nachgewiesen, so scheint es doch, als wenn man diese vernachlässigen könne, da sie nur von geringer Größe sein kann, weshalb alle diese Umstände nicht weiter beachtet werden sollen.

Ganz allgemein wird man daher, wenn die Anfangsgeschwindigkeit $= v$, die Rotationsgeschwindigkeit $= w$, die Masse der Kugel $= m$, ihr Trägheitsmoment $= T$ und der Radius der Kugel $= r$ gegeben, und die Richtung der beiden Bewegungen der Kugel bekannt sind, sich nicht mehr um die Lage des Schwerpunktes oder die sonstige Vertheilung der Massen im Innern zu kümmern brauchen, da hierdurch die Rotationsgeschwindigkeit, so wie die Lage der Rotationsachse gegen die Weltgegenden nur Schwankungen erhalten, welche überall nur geringe Einflüsse auf den Weg des Mittelpunktes ausüben können, wenn man auch ein Geschoß voraussetzt, wie es in der Wirklichkeit angewendet wird.

Fortsetzung folgt.

IX.

Uebersicht der neuern Literatur der Artillerie-Wissenschaft von 1760 bis 1841.

Sachlich geordnet von Stevogt, Hauptmann der Artillerie.

(Schluß.)

Abschnitt XI.

Administration der Artillerie.

In diesen Abschnitt haben wir alle Werke aufgenommen, welche von der Einrichtung der Artilleriedepots und der Aufbewahrung und Verwaltung der Artillerie-Gegenstände sprechen, und für dieselben, ohne Unterabtheilungen zu machen, lediglich die chronologische Folge beobachtet.

1) **Instruction, portant réglement, concernant l'encaissement, le transport etc. des fusils. 22. Mai 1762.**
2) **Eberhard. (J. P.) Vorschläge zur sichern und bequemen Anlegung der Pulvermagazine. 8vo. Halle 1771.**
3) **Champy. Erfahrungen über die Einrichtung der Pulver-Magazine. 1813.**
4) **Tarif des réparations des armes à feu portatives. Paris 1814, 1817, 1819. Metz 1822.**
5) **Maillard. Mode d'engerbement des voitures d'artillerie proposé par l'arsénal de Toulouse en 1820. 4to. 1820.**

6) Sur en écrit anonyme distribué aux chambres contre l'administration actuelle du service des poudres. Paris 1821.

7) Gay-Lussac. Lettre à Mr. le Lieutenant général Sebastiani rélativement à l'administration des poudres. (brochure.) 1828.

8) Réponse du Lieut.-gén. Sebastiani à Mr. Gay-Lussac. (brochure.) 1828.

9) Merkes. Entwurf eines bombenfesten Pulvermagazins. 1830. (Holländische Titel unbekannt.)

10) Dumoustier. Principes généraux do la construction des bâtiments à l'usage de l'Artillerie. (Zeit unbekannt.)

11) Mampy. Expériences faites sur les nouveaux magasins à poudre — imprimé par ordre du ministre de la guerre, 2 planches. 1838.

12) Madeleine. (J.) Considérations sur les avantages, que le gouvernement trouverait, à former dans Paris un établissement pour la construction d'une partie du matérial de guerre — affûts, voitures et attirails d'artillerie. 8vo. Paris 1838.

Schlußbemerkung.

Wir wünschen, daß wir durch vorstehende Uebersicht sowohl in Bezug auf die Form, als auf den Umfang, der Mehrzahl unserer geehrten Leser Genüge geleistet haben mögen.

Urtheile, welche wir uns bereits über dieses Verzeichniß erbeten haben, schwanken zu unserer Beruhigung zwischen dem Wunsche der Auswerfung der gehaltloseren Schriften und zwischen dem der Mittheilung vollständiger Fingerzeige über den Inhalt der angeführten Bücher. Im ersteren Falle würden wir in die Nothwendigkeit versetzt worden sein, uns ein Richteramt anzumaßen, welches mit dem Charakter des Archivs unverträglich ist, im zweiten würde die Arbeit viele Bände gefüllt haben, wodurch der Zweck der Uebersicht verfehlt wor-

den wäre; wir dürfen unsere Arbeit als die mittlere Proportionale der gehörten Meinungen betrachten, und werden uns ganz befriedigt fühlen, wenn die große Mühe der Zusammenstellung durch das Zugeständniß belohnt wird, daß sie nicht ganz umsonst gewesen ist.

Nachtrag.

Während des Drucks vorstehenden Verzeichnisses haben sich bereits mehrere Werke gefunden, deren Dasein wir nicht angezeigt haben. Wir lassen dieselben nachstehend in der von uns angenommenen Anordnung folgen, mit der Bitte sie an den passenden Stellen einzuschalten.

Zu Abschnitt I. a.

1) Beiträge zur Geschichte des Geschützwesens. Aus Originalquellen. Mainz 1836. (Vom Baron v. Stein, Hauptm. im k. k. östreich. 1sten Feldartillerie-Regiment.)
2) Santoro. (Capitano) Rapido cenno sull' origine e progresso dell' artigleria. Omaggio del giorno onomastico di S. E. il tenente generale Principe di Satriano, D. Carlo Filangieri. Napoli 1839.
3) Brunet. (J.) Histoire générale de l'artillerie. Paris 1842. (Der Verfasser ist Capitaine d'artillerie.)

Zu Abschnitt I. b.

1) Notice sur des pièces d'artillerie du 16me. siècle recemment retrouvées dans le port de Brest provenant de chateau de cette ville. — Par le chevalier de Freminville. — Brest 1835.

Zu Abschnitt I. c.

1) Omodei. Osservazioni intorno all' istoria de' razzi di F. Omodei. (Memorie della reale academia di Torino. 1836.

Zu Abſchnitt III. b.

1) Handbuch zum Gebrauch der Artilleriſten. Mit Tabellen. In Ruſſiſcher Sprache. 1832.
2) Lehrbuch der Artillerie-Wiſſenſchaft von Beſſel. In Ruſſiſcher Sprache. St. Petersburg 1832.
3) Hazelius. (J. A.) Lärebok i Artilleriet för Linie Officerare af Hazelius. Stockholm 1833.
4) Meinecke. (L. W., Königl. Preuß. Hauptmann) Artilleriſtiſches Taſchenauch für Avancirte und ältere Kanoniere zu deren Selbſtbelehrung. Nach den neueſten Beſtimmungen bearbeitet. Magdeburg 1834.
5) Massé. (Lieut. colonel d'artill.) Carnet du canonier à l'usage des sousofficiers et soldats de l'artillerie suisse. Avec 20 tableaux. Paris 1839.
6) Cours special à l'usage des sousofficiers de l'artillerie. Paris 1840.
7) Handleiding tot de kennis der artillerie vor de kadetten van alle wapenen. Breda 1840.

Zu Abſchnitt III. c.

1) Kurzgefaßte, doch deutliche Anweiſung und Unterricht in dem, was ein Anfänger des Artillerie-Metiers hauptſächlich wiſſen muß. Maſtricht 1787 — auch: Handbuch der practiſchen Artillerie-Wiſſenſchaft. Dresden 1792.
2) Beuscher. (W. F.) Handleiding vor onderofficieren tot de kennis der theoretische en praktische wetenschappen der artillerie. Met platen. Delft 1830, 32, 34.
3) Memoria de artilleria por Don J. S. S***, tenente col. Madrid 1830.
4) Der Feldſoldat, als Referent intereſſanter Lehr- und Erfahrungsſätze aus der Kriegskunſt, insbeſondere aus der Artillerie, und wiſſenswerther Begebenheiten aus der Kriegsgeſchichte. 2 Bände. Fürth 1833.
5) Sar. (P. C.) Cours d'études militaires, où materiaux pouvant contribuer à la netteté et à l'étendue des con-

noissances militaires de ceux, qui n'ont vu que les éléments mathematiques. — Mouvement des projectiles. — Brest 1836.

6) Greener. The science of gunnery, as applied to the use and construction of fire-arms. London 1841.

Zu Abſchnitt V. a.

1) Nouveau système d'artillerie de campagne, maintenant adopté en France. Avec 12 planches. Manheim 1836.

2) Breithaupt. (L. v.) Vorleſungen über die Syſtematik der Artillerie. Für Officiere aller Waffen. Stuttgard 1838.

3) Examen du système d'artillerie de campagne de Mr. le lieut. gén. Allix. Paris 1841.

Zu Abſchnitt V. b.

1) Bepaling van het materiel gevordered tot volledigheid eener veldbattery, en van de obschriften te plaatsen tegen de deksels der kisten van het nieuw veldmaterial. Nimwegen 1833.

2) Sobrero. (Cheval. Chr., Col. d'artill.) Observations sur les méthodes suivies dans les fonderies de bronze pour l'artillerie et modifications qui y ont été introduites etc. In den Memorie della reale academia di Torino. 1835.

3) Instrument propre à faire connoître l'excentricité du forage des bouches à feu et indiquant le moyen de la rectifier. Paris 1836.

4) Hartmann. Handbuch der Metallgießerei, oder vollſtändige Anweiſung in Sand, Maſſe und Lehm zu formen u. ſ. w. Weimar 1840.

5) Nouveau récueil des bouches à feu curieuses, fabriquées tant en France qu'à l'étranger depuis l'invention de la poudre etc. Paris 1842.

6) Notice sur les obusiers. Par le général Marion. Paris 1842.

Zu Abſchnitt V. c.

1) **Frankamp. (Kapit.) Bemerkingen over de veldaffuiten beschouwd onder het gezigtspunt van het trekken, de manoevers en het schot. Zeit ?**
2) **Dupont. (Lieut. col. de l'artill. belge) Mémoires sur les harnais de l'artill. belge, avec des observations par Mr. van den Castele. Louvain 1833.**
3) **Om en ändamålsenligare construction af Fält Artilleriets Lavetter af C. H. Wiegrebe med. 2 plancher 1835.**

Zu Abſchnitt V. e.

1) **Bröcker. Die geometriſche Zeichenkunſt oder die Lehre von der geometriſchen Projection und ihrer Beleuchtung. Berlin 1842.**

Zu Abſchnitt VII. a.

1) **Quaglia. (L. Z.) Manuale dell' artificiere del corpo reale d'artiglerie di S. M. il Re di Sardegna. Torino 1830, 32.**
2) **Trattato di pirotecnia militare comprendente tutti i fuocchi artifiziali di guerra. Versione italiana con riduzione dei pesi e misure, del tenente F. Biondi-Perelli. Livorno 1831.**

Zu Abſchnitt VII. b.

1) **Valton. Cours d'artifices de guerre. Besançon 1839.**
2) **Emir Pascha. Mémoire sur le nouveau système de confection des fusées de guerre. Paris 1841.**
3) **Bonaparte. (Louis, Prince) Notes sur les amorces fulminantes et sur les attelages. Paris 1841.**
4) **v. Decker. (C.) Die Shrapnels. Einrichtung und Theorie der Wirkung dieſes Geſchoſſes. Berlin 1842.**

Zu Abſchnitt VII. c.

1) **Hoffmann. (C., Königlich Preuß. Lieut.) Taſchenbuch für Kunſtfeuerwerker ꝛc. Berlin 1835.**

2) Trinkaus. (Königl. Preuß. Feuerwerker) Kunst- und Lustfeuerwerkerei. Erfurt 1841.

Zu Abschnitt VIII. a.

1) Hansteen. (Chr.) Bemerkninger over forskjellige Gjenstande, Skudtheorien etc. Christiania 1828.

Zu Abschnitt VIII. c.

1) Omodei. (Francesco Cavaliere d') Ricerche storico-critiche sull' invenzione e sull' uso dei cocconi et dei tacchi per lanciare projetti d'artigleria. Torino 1827. (Ist im Katalog irrthümlich unter dem Jahr 1836 und mit unvollständigem Titel angegeben.)
2) Fibiger. (J. S.) Om Feltkanonernes Retning. 1828.
3) Negro. Saggio di esperimenti relativi alla velocita iniziale dei projetti. (In dem Nuovi saggi dell' Imp. Real. Academia di scienze ed arti di Padova. Vol. III.) 1831.
4) Huguenin. Verhandeling over de ricochet-schoten. Zeit?
5) Mallat. (J. F. G.) Quand le gouvernement le voudra, l'art de l'ancer des projectiles sera pour l'artillerie française une science exacte. Paris 1834.
6) Fibiger und Keyper. Ballistische Tabellen. Kjöbenhavn 1834.
7) Ankudovitsch. (E. P.) Die Theorie der Ballistik. Ein Leitfaden für den Unterricht in der Artillerie-Schule. St. Petersburg 1836. (In Russischer Sprache.)
8) Lehmus. (Dr. D. C. L.) Anwendungen des höheren Kalküls auf geometrische und mechanische, insbesondere auf ballistische Aufgaben. Leipzig 1836.
9) Meddelande til Kgl. Kr. Vet. A. af Professoren och Ridderen Chr. Hansteen i Christiana, rörande den i hans nyligen utgifna Lärebok i Mekaniker. Christiania 1836.
10) Fibiger. (J. S.) Bidrag til Kundskab om Rakettens-Bane. Med en Plan. 1838.
11) Azene. (A., Professeur) Du mouvement des projectiles appliqué aux armes à feu, de la force de la poudre et de

la vitesse initiale que les projectiles peuvent en recevoir sous diverses charges. Turin 1839.

12) Formules rélatives au mouvement du boulet dans l'intérieur du canon, extraites du manuscrit de Lagrange par Poisson. (Im Journal de l'école polytechnique Tome XIII. Cah. 21.)

Zu Abſchnitt VIII. d.

1) Fibiger. (J. S.) Correctionstabeller til Brug ved Bombekastning. 1831.

X.

Ueber schadhafte Paremente der Futtermauern.

Vom Major Dziobeck I.

(Nebst einer Zeichnung.)

Es ist eine leider nur zu häufige Erscheinung, daß die Außenflächen der mit Böschungen versehenen Futtermauern älterer Festungswerke sich in baufälligem Zustande befinden. Daher dürfte es nicht unzweckmäßig sein, einige Beispiele solcher zerrütteten Mauern mitzutheilen, und die Ursachen anzugeben, welche hauptsächlich die mitunter sehr schnelle Zerstörung ihres Mauerkleides herbeigeführt haben.

I. Auszug eines Berichts über schadhafte Futtermauern von Ziegeln.

Die im Allgemeinen sehr hohen Mauern sind mit bedeutenden Böschungen von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$, ja an einer Stelle sogar von halber Anlage versehen. Ihr Verband besteht aus Läufern und Streckern, die schichtweise mit einander abwechseln. Die meisten Eskarpenmauern haben eine 3′ dicke, 4 — 5′ hohe Brüstungsmauer, die bis einen Fuß unter die Brustwehrkrone reicht; bei den übrigen Eskarpen scheinen diese Randmauern wegen Baufälligkeit abgetragen zu sein. Einige Futtermauern sind in ihrer halben Höhe gebrochen (Fig. 6), so daß der untere Theil eine mehr als $\frac{1}{4}$ der Höhe ausladende Böschung hat, der obere, wahrscheinlich in späterer Zeit aufgeführte Theil aber lothrechte Wände hat.

Die Deckſteine (Mauerband, cordon) der Mauern beſtehen entweder: a) aus ſchlechtem Thonſandſtein und reichen nur über den dritten Theil der Mauerdicke, während der übrige Theil gar nicht bedeckt, oder nur mit einer Ziegelrolle hintermauert iſt, oder

b) aus einer Ziegelrolle auf der hohen Kante, oder einer ganzen Steinlänge hoch mit wagerechter Hintermauerung, ohne Verband und einen bis anderthalb Zoll niedriger.

An ſolchen Stellen, wo die Brüſtungsmauer fehlt, befindet ſich entweder die volle Bruſtwehr über der Mauer, oder es iſt zwei Fuß über derſelben eine Berme von halber oder ganzer Breite der Mauer angelegt.

Im Allgemeinen ſind die Paraments bis etwa 4 Fuß über der trockenen Grabenſohle in gutem Zuſtande; von dieſer Höhe aufwärts fangen die Beſchädigungen an, und beſtehen größtentheils in Abſchälungen des Mauerkleides, bis zu der Größe von 150 Fuß lang, 20 Fuß hoch oder 3000 Q.-Fuß. Nur an wenigen Stellen finden ſich bloße Abblätterungen, die oben nur etwa eine Linie tief in die Mauer eingreifen, dagegen nach unten zunehmend an der Grabenſohle bis 5 Zoll tief ſind.

Die Abtheilungen ſind gewöhnlich nur genau ſo dick, als ein Ziegelſtein (Laufer) mit der Mörtelfuge zuſammen breit iſt; ſeltener beſtehen ſie aus zwei ſolchen beſonderen Schalen von gleicher Dicke, oder gleich der Länge eines Ziegels (Binders) von 10 Zoll. Tiefer hinein erſtrecken ſich dieſe Abſchälungen nirgends, dagegen greifen an mehreren Stellen, oben nahe unter der Decke, die Zerſtörungen, ſich in Riſſen und Spalten äußernd, bis 2 Fuß tief in die Mauer, nach unten zu abnehmend. (Fig. 2 bis 6.)

An andern Mauern bemerkt man bogenförmige Ausbauchungen, bis zu 12 Zoll Pfeilhöhe, ohne daß ſonſt eine Spur von Zerſtörung ſichtbar wäre; ja die Bekleidung ſolcher Stellen iſt oft ſo dicht und feſt, daß ſich außen durchaus keine Oeffnung zeigt. Dieſe Ausbauchungen greifen gleichfalls nicht tiefer in den Mauerkörper, als obige Abſchälungen, und haben ſolche in der Regel zur Folge.

Endlich iſt noch ein untrügliches Kennzeichen eines bereits zerrütteten Paraments, wenn ſich etwa in halber Mauerhöhe ein wage-

rechter schmaler Streifen auf demselben zeigt, der mit Vegetation bedeckt ist, sich mithin durch seine Farbe auszeichnet.

Diese äußeren Erscheinungen führten den Herrn Berichterstatter zu der Vermuthung, daß die Zerstörungen nicht durch das Eindringen der Feuchtigkeit von außen in die Mauerfugen des Mauerkleides entstanden seien, denn:

1) ist der Fuß an allen Futtermauern noch gut im Stande;
2) befinden sich die bedeutendsten Schäden unmittelbar an oder unter dem Mauerbande;
3) auch Mauern ohne Böschung zeigen dieselben Mängel;
4) an den Ausbauchungen sind nirgends Trennungen der Fugen bemerkbar;
5) es finden sich nirgends in den Außenflächen einzelne verwitterte Steine oder Lücken herausgefallener Steine; auch lassen sich solche nicht ohne Mühe daraus entfernen, was doch der Fall sein müßte, wenn die Verwitterung von außen durch die Fugen der Parements eingedrungen wäre*);
6) würde die Kälte keinen so großen Einfluß auf die Zerstörungen der äußeren Mauerschale haben ausüben können, weil nie ein so strenger Frost unmittelbar auf Regen zu folgen pflegt, um nicht allein 6 Zoll tief in die Mauer einzudringen, sondern daselbst noch Wasser in Tropfen vorzufinden, welches doch nothwendig scheine, um so große Mauertheile loszusprengen. Zum Abbrechen eines einzelnen bis zu seiner Mitte fest eingemauerten 10zölligen Ziegels (Streckers) sei ein Gewicht von 1800 bis 2500 Pfd. erforderlich**).

Fernere Beobachtungen haben gezeigt, daß der auf die Böschungen fallende Regen schon nach Verlauf von wenigen Stunden Luftzug vollkommen abgetrocknet war, so daß, wenigstens äußerlich, keine Feuchtigkeit auf denselben bemerkbar war. Dagegen erschienen bei den meisten Futtermauern auf den Parements feuchte und völlig durchnäßte Stellen oft erst mehrere Tage nach einem Regen, und blieben

*) Siehe Bemerkung 1.
**) S. Bemerk. 2.

Tage und Wochen lang sichtbar, ähnlich dem Ausschwitzen neuer, mit Erde bedeckter Gewölbe ohne Luftzug.

Hierauf unternommene Abgrabungen der Erde über und hinter den Futtermauern bestätigten nicht allein die gemachten Wahrnehmungen und Schlüsse, sondern gaben deutlich zu erkennen, daß die Haupturſache der Beſchädigungen dem von oben in die offenen Fugen über dem Mauerband oder hinter der Brüſtungsmauer eindringenden Waſſer zuzuſchreiben ſei, welches ſich, ähnlich dem Quellwaſſer, an der äußeren Wandfläche zu Tage hervorarbeitet. Die Figuren 2 bis 6 ſtellen dieſes deutlich dar. Mauern, die von der Bruſtwehr ganz bedeckt ſind, befinden ſich im Allgemeinen im beſten Zuſtande, im ſchlechteſten aber diejenigen, über denen gar keine Erde liegt: wahrſcheinlich deshalb, weil im erſten Falle die Tagewaſſer, ſchnell abgeleitet, nicht in ſo großer Menge eindringen können, als in letzterem, wo die oben zerriſſenen Mauern jedem Einfluß der Witterung Preis gegeben ſind.

Um ſich zu überzeugen, wie tief die Riſſe in die Mauern hinabreichen, wurde eine Menge Waſſer in dieſelben geſchüttet. Dieſes kam nach kurzer Zeit am Parement zum Vorſchein, und zwar bei einer Mauer, mit etwas nach außen überhängender Brüſtungsmauer, genau an der Stelle, wo ſich der oben beſchriebene wagerechte grünliche Streifen ſich zeigte. Ein noch auffallenderes Reſultat gaben folgende Verſuche. Es wurden an Stellen des Paraments, die durchaus in gutem Zuſtande zu ſein ſchienen, welche aber, wenn ſie mit einem harten Körper angeklopft wurden, einen hohlen Klang gaben, möglichſt hoch einige Mauerziegel ausgebrochen und in die Lücken derſelben Waſſer geſchüttet. Dieſes verlor ſich in großer Menge (9 bis zu 20 Eimer voll) in der Mauer, ohne zu Tage zu kommen, und eine hierauf hineingegoſſene gleiche Quantität verdünnten Mauermörtels verſchwand in gleicher Weiſe.

Alle dieſe Erſcheinungen zuſammengenommen gaben mithin nicht allein die Gewißheit, daß die Hauptzerſtörungen des Mauerkleides von dem durch die oberen Riſſe eingedrungenen Waſſer herrühren, ſondern auch den Beweis, daß dieſe Riſſe und Trennungen ſchon zu einer Zeit ſtatt gefunden haben müſſen, wo das Innere der Mauern noch nicht gehörig abgebunden und erhärtet war. Letzteres mußte um ſo

nachtheiliger wirken, wenn die äußere Mauerbekleidung mit schnell bindendem (Troß-) Mörtel ausgeführt wurde*).

Außerdem scheint von Hause aus eine schlechte Verbindung der Bekleidung mit dem Mauerkörper stattgefunden zu haben. Die Längenstoßfugen hinter den Läufern sind gewöhnlich nie so voll und fest mit Mörtel gefüllt, als die übrigen Stoßfugen, denn der Maurer, wenn er einen Läufer an die gespannte Schnur in die Mauerflucht gelegt hat, schiebt selten den hinter denselben gehörigen Ziegel so fest vor, als es eigentlich sein müßte, aus Besorgniß, den Laufer aus seiner Lage zu verrücken. In der Regel füllt er diese Längenstoßfuge nur nachträglich mit Mörtel aus. Auf diese Weise bildet sich denn für das von oben einsickernde Wasser ein Behälter: die Nässe durchweicht die darunter befindliche Binderschicht in der Mitte, dringt durch die beiden Querstoßfugen derselben hinter die nächstfolgende Laufer-schicht und senkt sich auf diese Weise allmählig von Schicht zu Schicht immer tiefer hinab u. s. w. Tritt nun ein so strenger Frost ein, daß er bis zu diesen von Wasser durchzogenen Fugen dringen kann, so ist die Abtrennung des Paraments unausbleiblich, besonders da unterdessen von oben neues Wasser zufließen kann, welches die angefangene Zerstörung, indem es sich in Eis verwandelt, fortsetzt.

Ausbesserung dieser Mauerschäden.

Der Herr Berichterstatter macht folgende Vorschläge zur Wiederherstellung der Paraments.

1) Am wohlfeilsten (für jene Gegend) würde es sein, die Brüstungsmauern, so weit als es die Brustwehrdicken erlaubeu, abzubrechen, und die Futtermauern selbst mit einem rechtwinklichen Satteldache in Ziegelrolle zu versehen. (Fig. 7.) Dadurch würden die Mauern noch etwas höher, die Ersteigung schwieriger und das Anschließen der Brustwehrböschung bequemer. Weil aber, wie die Erfahrung bereits gelehrt, doch noch immer zu viel Tagewasser nach innen geleitet wird, soll in x ein trocken aufgelegter Ziegelstein der

*) Die zu diesem Aufsatz gehörige Zeichnung wird dem nächsten Hefte beigegeben werden.
(Die Redaktion.)

Erde bessern Halt, dem Wasser freiern Abfluß geben. Auch diese letztere Anordnung habe sich bereits als zweckgemäß bewiesen.

2) Die Wiederherstellung des Mauerkleides selbst anlangend, so ist zuvörderst zu bemerken, daß der Mauerkern im Allgemeinen so gut beschaffen ist und die Mauerstärken so ansehnlich sind, um die Vermuthung zu rechtfertigen, als könne das Vermauern eines neuen Parements ohne Nachtheil gänzlich unterbleiben. Es erscheint das bloße Vorsetzen (Vormauern) eines halben oder ganzen Steines keinen großen Nutzen zu versprechen, weil eine gute Verbindung mit dem Mauerkörper schwer zu erreichen sein dürfte. Einer solchen mangelhaften Vormauerung würde eine rollenartige Bekleidung, wie Fig. 7, 2, vorzuziehen sein. Die Maurer wären nämlich, bei Ausführung derselben genöthigt, genauer zu arbeiten und die hintere Längenstoßfuge sorgfältig auszufüllen, weil sonst die aufrechten Steine nicht in ihrer richtigen Lage zu erhalten sind. Eine dergestalt bekleidete Mauerböschung trocknet schneller ab, als eine gewöhnliche Mauerfläche, der Wasserabfluß von derselben geschieht leichter nnd ungehinderter, und die Vegetation findet weniger Stellen, sich darauf festzusetzen.

Diese Vorschläge wurden nicht genehmigt, sondern bestimmt:

1) die Absattelung der Mauern nach dem Profil abe auszuführen und die Fläche bc mit einem Mastixüberzug zu versehen;
2) das Parement in wagerechten Schichten aufzumauern, und durch Pfeiler und Verzahnungen mit dem Mauerkern gut zu verbinden.

II. In dem **Mémorial de l'officier du Génie No. 7** befindet sich eine mit vieler Sachkenntniß geschriebene Abhandlung des Kapitains Bergère „über die Ursachen der Zerstörungen an Futtermauern ꝛc.“ *), welcher wir Folgendes entnehmen.

Die Betrachtung der Schäden, welche man am häufigsten bei Futtermauern von Ziegeln wahrnimmt, führt zu folgenden Ergebnissen.

---

*) Notice sur les causes de déstruction des revêtemens de maçonnerie en briques et sur les causes d'y remedier etc.

1) Alle äußeren Wandflächen, welche den herrschenden Regenwinden ausgesetzt sind, befinden sich jederzeit in einem viel schlechteren Zustande, als diejenigen, welche eine andere Lage haben.

2) Je größer das Mauerrecht ist, desto größer ist auch die Verwitterung.

Man muß daher dem langsamen und ununterbrochenen Einwirken der Feuchtigkeit die häufigen Ausbauchungen der Paraments zuschreiben. Nächstdem können sich in den Böschungen eine Menge Gräser und schnell wachsendes Unkraut festsetzen, wodurch das Wasser noch mehr aufgehalten und ein Mittel zur weitern Beförderung der beginnenden Vegetation wird. Ferner scheint der Verband in Schichten von Läufern und Streckern als eine wesentliche Ursache zur schnellen Zerstörung der Mauerböschungen*); denn der Mörtel in den Fugen verwittert mit der Zeit, die Läufer werden von dem sie mit dem Mauerkern verbindenden Mörtel entblößt, lösen sich ab und fallen heraus. Die Strecker, welche nunmehr auf die Hälfte ihrer Länge frei tragen müssen, werden durch das Gewicht der obern Lagen gedrückt und zerbrochen, und so entstehen nach und nach Abschälungen und Ausbauchungen von der Dicke eines halben Mauerziegels.

Herr Bergère giebt hierauf einige Beispiele von der Art, wie sich die Paraments der Futtermauern an den Festungswerken zu Lille ausgebaucht und abgeschält haben. Die Fig. 8, 9 und 10 zeigen die am häufigsten vorkommenden Fälle, welche mit den oben beschriebenen so auffallend übereinstimmen, daß man auf einerlei Ursachen schließen muß. Hören wir indessen, wie Herr Bergère die Sache ansieht.

Die Ursachen dier Erscheinungen sind mehrfach.

1) Die erste, welche alle andern hervorbringt und unterhält, ist unbezweifelt dem Regenwasser zuzuschreiben; je mehr die Mauern Böschung haben, desto weniger kann das Wasser abfließen.

) Schon ältere Schriftsteller (wie Gadroy, 1746, dessen, Theorie der Futtermauern Mayniel beleuchtet) finden in diesem Verbande eine Haupturſache des Verfalls der Paraments).

*) Siehe auch: Bleſſon „Beitrag zur Geſchichte des Feſtungskrieges in Frankreich im J. 1815. S. 291.

2) Kann in geböschten Mauern das Setzen des frisch aufgeführten Mauerwerks nicht gleichförmig geschehen; demnach muß eine Trennung in den Fugen stattfinden*). Wenn daher Schichten von Läufern und Schichten von Streckern mit einander abwechseln, wie solches gewöhnlich der Fall ist, so sind alle hinteren Theile der Strecker einer Pressung unterworfen, die größer ist, als die auf den Kopf derselben, welches schon hinreicht, um eine Trennung zu bewirken.

3) Um eine ebene Fläche des Mauerkleides zu erhalten, sind die Maurer genöthigt, so zu legen, daß die Steine senkrecht auf die Böschung zu liegen kommen. Daher werden die Lagerfugen gegen das Innere der Mauer gesenkt, und sobald die äußeren Fugen ein wenig verwittert sind, findet das Wasser kleine Behälter, wie in a zwischen den Steinen b und c (Figur 16), von wo aus dasselbe in die Mauer dringen kann. Wenn nun Frost eintritt, so sprengt er die Steine los.

4) Man findet die Ausbauchungen der Paraments, auf einen halben Stein dick, häufiger bei denen mit Dornikscher Asche und Kalk aufgeführten Mauern, als bei denen, wo schlechterer Mörtel angewendet wurde. Die Ursachen davon sind folgende.

Es ist Landesgebrauch, den Kalk durch Eintauchen (par immersion) zu löschen, und gleich darnach mit der erforderlichen Menge Sand oder Tournaischer Asche (cendrée) zu bedecken, welches die Hitze unterhält und die Auflösung zu einem feinen Staube befördert; alsdann wird die ganze Masse mit einer Krücke durchgearbeitet**). Nun schreiben die alten Normen vor, dazu so wenig Wasser zu nehmen, als möglich, und den Mörtel in Vorrath zu bereiten, damit derselbe erst nach einigen Tagen verwendet werde. Der Kalk wird daher nicht vollkommen gesättigt, und das späte Verbrauchen des Mörtels hat den Nachtheil, daß bereits einige Erhärtung desselben stattgefunden hat, ehe derselbe zur Anwendung kommt. Das erste hat noch die üble Wirkung, daß der Mörtel, welcher übrigens sehr schnell erhärtet, in der Mauer, durch das Eindringen der Feuchtigkeit ein

*) S. Bemerk. 3.
**) Siehe Bemerkung 4.

größeres Volumen annimmt, und das mit Hilfe desselben ausgeführte Parament ausdehnt*).

5) Bei allen an den französischen Festungsbauten üblichen Mauerverbänden findet die Möglichkeit statt, daß innerhalb der Mauer eine mehrere Schichten durchschneidende Längenstoßfuge entstehen kann. Dieser Uebelstand hat denn auch zu der Anwendung des Kopfverbandes Veranlassung gegeben, welcher bereits seit dem Jahre 1817 bei den Festungsbauten von Lille in Gebrauch ist. Derselbe weicht von dem in Preußen schon früher eingeführten Kopfverbande darin ab, daß in jeder Schicht an der äußeren Mauerflucht immer ein halber und ein ganzer Stein mit einander abwechseln. Herr Bergère rühmt diesem Verbande große Vorzüge an, indessen dürfte derselbe dem bei uns gebräuchlichen nachstehen. Betrachtet man nämlich die 12te Fig., wo die erste Schicht, als unter der zweiten liegend, mit punktirten Linien angedeutet ist, so findet man, daß die nach der Länge der Mauer liegenden Stoßfugen der beiden Schichten sich zur Hälfte nicht decken, welches erst der Fall ist, wenn drei Schichten gelegt sind.

6) Der Absatz hinter der Brüstungsmauer ist eine Hauptveranlassung der Mauerrisse. Der Winkel, welcher an dieser Stelle entsteht, muß entweder keilförmig ausgemauert, oder die Randmauer gänzlich abgetragen werden. Auch erscheinen die wulstartigen Decksteine (cordon) unter derselben als zwecklos und nachtheilig.

7) Beim Ausbessern der Paements, sollen die neuen Vorsetzer mit dem neuen Mauerwerk durch Ankerpfeiler (contreforts), die schwalbenschwänzig in den Mauerkörper eingreifen, verbunden werden. Das Ausfugen soll nicht gleichzeitig mit dem Aufmauern geschehen, und die äußeren Fugen müssen, bevor der Mörtel erhärtet, ausgekratzt werden, damit der Cement späterhin besser haften kann. Erhabene Fugen sind nachtheilig, denn sie geben dem Wasser Gelegenheit, sich hinter denselben in die Mauer zu ziehen. Deshalb werden hohle Fugen, wie Fig. 11, e, empfohlen, weil man dadurch an den unteren Kanten der Ziegel Wasserlinien erhält, an welchen der atmosphärische Niederschlag abtröpfeln kann.

---

*) Siehe Bemerk. 5.

III. Auszug eines Berichtes über Instandsetzung schadhafter Bruchsteinmauern.

1) Ausbauchung und Abschälung des Mauerkleides.

Die Hauptfehler der in Rede stehenden Futtermauern sind:

a. Das an der Außenfläche regelmäßig erscheinende Mauerkleid besteht aus roh (à coup de marteau de maçon) behauenen, im Durchschnitt 8 Zoll hohen, 12 bis 15 Zoll, auch wohl 18 Zoll langen Steinen, welche nicht tiefer als 6 bis 8, höchstens 10 Zoll, in die hinter liegende Mauer eingreifen. Diese ist dagegen von unregelmäßigen, nicht sehr lagerhaften Bruchsteinen (moellons bruts) mit sehr großen Mörtelfugen aufgeführt. Nur an sehr wenigen Stellen, etwa auf jede 2000 Q.-Fuß Fläche, befinden sich Binder von 2 bis 3 Fuß Länge zur Verbindung des Mauerkleides mit dem Mauerkörper, welche demnach eigentlich gar keinen andern Zusammenhang mit einander haben, als eine zwischen beiden liegende Mörtelfuge. Da nun das Parement regelmäßige wagerechte Lagerfugen mit wenigem Mörtel hat, der Mauerkern aber aus kleinen unregelmäßigen Steinen mit vielem Mörtel besteht, ist ein ungleiches Setzen unausbleiblich gewesen, und dieses muß schon vor dem Erhärten des Mörtels stattgefunden haben. Hiernach erscheint die erste Trennung des Parements von dem Mauerkern, als Folge der fehlerhaften Zusammenstellung des Materials, allein schon hinreichend, um ein Ausbauchen und Abfallen des Mauerkleides zu bewirken.

b. Die völlige Trennung, Bauchung und theilweise Abschälung des Mauerkleides wurde durch das glatte Ausfugen noch befördert. Dergleichen glatt gebiegelte Mörtelfugen sind, so wie eine jede geglättete Mörtelfläche an freier Luft die wenigst dauerhaften, und bei nicht recht sorgfältiger Unterhaltung sehr bald der Verwitterung Preis gegeben. Durch das Abfallen des Fugenverputzes wurde nun der erste Weg zu der später erfolgten tiefer eingedrungenen Verwitterung und Vegetation gebahnt.

Von der Richtigkeit der unter a und b aufgeführten Ursachen liefern die ältesten Mauern, deren äußere Flächen nicht mit regelmäßig bearbeiteten Steinen bekleidet sind, sondern aus unregelmäßigen

Steinen mit rauhem Fugenbewurf bestehen, den klarsten Beweis; denn an diesen ist kein Parement und kein Fugenbewurf abgefallen, sondern eine innige Verbindung des Mauerkleides mit dem Kern vorhanden.

c. Endlich ist, wegen Mangel einer hinreichenden Abfattelung des obersten Mauertheils das Wasser von oben her zwischen Parement und Mauer eingedrungen ꝛc.

Bei der gänzlichen Vernachlässigung der in Rede stehenden Mauern seit vielen Jahren, ist die Verwitterung an denselben so groß geworden, daß der Mörtel meistens auf zwei Steindicken in der Mauer in Erde verwandelt worden ist. Eine Verwitterung der Bruchsteine selbst ist nirgends sichtbar, wohl aber ein Zerspringen derselben nach starkem Frost.

Zur Wiederherstellung dieser Paremente erschien es als nothwendig:

a. dahin zu streben, bei dem neuen Mauerwerk so viel als möglich das Setzen zu verhindern; demnach dasselbe mit großen Steinen aufzuführen, dem Kalk mehr Sand beizumengen, als es bisher an diesen Arbeiten üblich war, um dem starken Schwinden des Mörtels vorzubeugen, und die Vorsätze langsam aufzuführen, nämlich in wagerechten Sätzen von etwa 5 Fuß hoch (oder einer jedesmaligen Gerüsthöhe) zu arbeiten, jeden Satz aber so lange liegen zu lassen, bis er einigermaßen erhärtet ist, bevor der darauf folgende Satz aufgemauert werden darf;

b. in den von seiner äußeren Bekleidung entblößten Mauerkörper, wie in Fig. 13 angedeutet ist, Vertiefungen von verschiedenen Abmessungen auszuarbeiten, und das neue Parement mit 2 Fuß 6 Zoll bis 3 Fuß langen Bindern in die Pfeilerischen gut einzubinden, und auch diese Binder durch eben so große Läufer unter sich zu verankern, um dem darüber ruhenden Mauerwerk genügende Stützen zu verschaffen. Die großen Pfeiler wurden etwa 4,5′ hoch, 3′ breit, 4,5′ tief, die mittleren 3′ hoch, 2′ breit, 4,5′ tief, die kleinen 2′ hoch, 2′ breit, 3,3′ tief ausgearbeitet.

Diese Methode hat sich als sehr zweckmäßig bewährt, und bleibt

nur noch zu bemerken, daß der Kostenersparniß wegen dazu unregelmäßige Steine angewendet wurden *).

2) Ausbauchungen der ganzen Mauern.

Die Ausbauchungen des ganzen Mauerkörpers rühren entweder von zu geringer Mauerdicke, oder von zu schneller Aufführung und nicht behutsamer Hinterfüllung der Erde her**). Oft ist auch der unterhalb oder hinter der Mauer liegende weiche Sandfelsen die Veranlassung. Da wo diese Ausbauchungen stattfinden (und wenn sie auch kaum wahrnehmbar und oft nur von den mehr geöffneten Fugen der Paremente zu erkennen sind), ist die Zerstörung des Zusammenhanges der Mauer und nachherige Verwitterung des Mörtels durch eingedrungene Feuchtigkeit unverkennbar. Hieraus folgt, daß die Bewegung der Mauer erst nach der Verhärtung und Bindung des Mörtels geschehen sein muß, weil, wenn sie eher stattgefunden hätte, eine nachherige Bindung des noch weichen Mörtels hätte eintreten müssen. Eine solche Zerstörung der Verbindung erstreckt sich gewöhnlich auf einen 2 bis 3 Fuß breiten wagerechten Streifen, in etwa $\frac{1}{3}$ der Höhe der Futtermauer von unten herauf, der sich durch Feuchtigkeit und dunkele Farbe des gänzlich verwitterten Mörtels erkennbar macht.

IV. Zusammenstellung der in dem Vorhergehenden enthaltenen Beobachtungen.

Die äußern Erscheinungen nnd deren Ursachen an schadhaften Mauerböschungen und ausgebauchten Futtermauern sind:

1) Abblätterung des Mauerkleides. Ist das Ergebniß der allmähligen Verwitterung von außen nach innen; es nimmt von oben nach unten zu, und ist um so größer, je größer die Böschung und je mehr die Mauer den herrschenden Regenwinden ausgesetzt ist.

2) Feuchte Stellen, die einige Zeit nach einem Regen erscheinen und erst nach mehreren Tagen oder Wochen verschwinden. Dieselben deuten auf Eindringen des Regenwassers von oben durch,

*) Siehe Bemerk. 6.
**) S. Bemerk. 7.

sich hinter den Brüstungsmauern und Mauerabsätzen bildende Risse, die sich oft bis zur äußern Mauerflucht fortsetzen.

3) Ein schmaler, wagerechter Streifen von dunkeler Farbe oder mit Vegetation bedeckt, etwa in der Mitte der Mauerhöhe, bei übrigens scheinbar gut erhaltenem Parement, hat denselben Ursprung, wie die so eben erwähnten feuchten Stellen.

Wenn ein ähnlicher Streifen, auf etwa $\frac{1}{3}$ der Mauerhöhe, mehrere Fuß breit ist, geöffnete Fugen zeigt, so kann man sicher auf die Ausbauchung der ganzen Mauer schließen, welche entweder zu dünn, oder zu schnell aufgeführt, und nicht mit der hinreichenden Vorsicht hinterfüllt worden ist.

4) Ein hohler Ton, wenn man mit einem harten Werkzeuge an die äußerlich tadellos scheinende Mauer klopft. Derselbe zeigt eine Lostrennung des Paraments von dem Mauerkern und hat einerlei Ursache mit 2.

5) Ausbauchen und Abschälen des Mauerkleides in der Breite eines halben oder ganzen Ziegelsteins, oder eines regelmäßig behauenen Bruchsteins. Die Veranlassungen zu dieser am häufigsten vorkommenden Baufälligkeit können verschieden sein; auch wirken meistens mehrere derselben gleichzeitig auf die Zerstörung der Wandung hin, nämlich:

a. Hauptsächlich das Eindringen tropfbaren Wassers von oben; weniger von vorn durch die Fugen.

b. Fehlerhafter Mauerverband bei Ziegeln, und mangelhafte Verbindung der äußern regelmäßigen Bruchsteine mit denen im Mauerkörper befindlichen unregelmäßigen.

c. Unvollkommene oder fehlerhafte Bearbeitung des Mörtels, und Anwendung besseren Mörtels zur Bekleidung als zum Kern.

d. Zu früh verputzte, erhabene und geglättete Mauerfugen.

e. Ungleiches Setzen, als Folge der Anwendung verschiedener Materialien und einer großen Böschung der Mauer.

V. Bemerkungen und Zusätze.

1) Dem Ref. ist ein Fall bekannt, wo eine Futtermauer von etwa 12 Fuß Höhe, welche im Herbst aufgeführt, und gleichzeitig bis zum Deckstein hinterfüllt worden war, schon im nächstfolgenden Früh-

jahr eine Ausbauchung zeigte, der eine Abschälung des Parements auf einen halben Ziegelstein Dicke folgte. Die Mauer war gut abgesattelt, und gegen das Eindringen der Feuchtigkeit hinreichend gesichert, und es wies sich aus, daß eine fehlerhafte Ausführung die Ursache der Trennung war. Die dazu verwendeten Ziegel waren sehr ungleichförmig, in einem Feldziegelofen gebrannt, der Mörtel von Trierschem, etwas hydraulischem, schnell bindendem Kalk, mit einer Beimengung von verhältnißmäßig sehr wenig Quarzsand, hatte im Innern der Mauer bereits viel Festigkeit erlangt. Die Lagerfugen waren $\frac{1}{4}$ Zoll dick angetragen, und der Kopfverband mit schichtenweis wechselnden Bindern und halben Steinen angenommen. Zur Ausführung der Arbeit waren noch ungeübte Militairsträflinge verwendet und denselben bestimmte Tagewerke zugetheilt worden. Da sich nun unter den übrigens gut gebrannten Ziegeln nur wenige fanden, welche einen gut geformten Kopf hatten, so wurden die regelmäßigsten Steine von den Leuten in zwei Theile geschlagen, und an mehreren Stellen anstatt der Binder dergleichen halbe Steine in die äußere Mauerflucht gelegt. Durch diesen Betrug, der bei mangelhafter Aufsicht oft genug versucht wird, war demnach schon in der Ausführung der Keim zur Trennung des Parements gelegt.

Bei dieser Gelegenheit sei es erlaubt, auf die Nachtheile zu dünner Mauerfugen bei Ziegeln aufmerksam zu machen, indem es eine nur allzu verbreitete Meinung ist, dieselben, ohne weitere Rücksicht auf die Beschaffenheit der Materialien zu nehmen, nicht über einen Viertelzoll dick zu machen. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß bei Hausteinmauerwerk die Lagerfugen sehr genau geebnet sein müssen, um das Zerbrechen und Absplittern derselben zu verhindern, weil sich sonst Stellen finden, welche hohl liegen, und andere, welche nichts tragen*). Dieses ist der Grund, weshalb Empiriker zwischen die Hausteinfugen eine dünne Lage lebendigen Kalk zu legen pflegen; ohne es zu wissen, wollen sie die Fehler der Bearbeitung dadurch unschädlich machen. Um so mehr wird es bei Ziegelsteinen, die in Feldöfen mit Steinkohlen gebrannt und daher selten recht gut geformt sind, nothwendig sein,

*) S. Rondelet: l'art de bâtir, 3tes Buch und Peronnet, übers. von Dietlein, pag. 37.

solche beim Vermaueren mit einer so reichlichen Quantität Mörtel zu umgeben, daß sie weder trocken auf einander, noch hohl zu liegen kommen. Solches ist aber bei dergleichen Zieg-ln unausbleiblich, wenn die Lagerfugen nur ¼ Zoll dick angetragen werden. Denn obgleich sich wohl immer gut geformte Steine genug finden, um dem Mauerkleid demgemäß ein regelmäßiges, nettes Ansehen zu geben, so ist dieses doch nicht mit den übrigen Steinen der Fall. Wegen ihrer Unregelmäßigkeit kommen sie an vielen Stellen trocken auf einander zu liegen, und die Maurer sehen sich zuweilen genöthigt, um die Schichten in der Mauer einigermaßen beizubehalten, jede 5te oder 6te Schicht eine Schale von gespaltenen Steinen zu legen und mit der vordern Lagerfuge abzugleichen.

Nicht minder groß ist der Nachtheil zu enger Stoßfugen bei Ziegelmauerwerk. Betrachtet man nämlich eine frei stehende Mauer als ein Prisma, so kann ein solches, in Bezug auf seine Stabilität, ohne wesentlichen Nachtheil durch mehrere wagerechte Ebenen (Lagerfugen) in einzelne Prismen zerlegt werden, weil die Stabilität der ganzen Mauer gleich sein wird der Summe der Schwerkraft der übereinander liegenden Schichten. Theilt man dagegen das Prisma durch lothrechte Ebenen (Längen- und Querstoßfugen) in mehrere Prismen von geringem wagerechtem Querschnitt, so wird die Stabilität derselben für sich, um so geringer sein, je kleiner ihre Grundfläche im Verhältniß zur Höhe ist. Hierauf beruhet denn auch die Theorie der Mauerverbände und die Generalregel, daß Stoßfugen nicht auf Stoßfugen, sondern auf volle Mauer treffen, und die Querfugen immer in gerader Linie die Mauer durchschneiden müssen. Also: nicht allein der Festigkeit, sondern auch der Standfähigkeit wegen, ist es nothwendig, die Stoßfugen gut mit Mauerspeise zu versehen. Dennoch wird dieser wichtige Satz häufig nur wenig beachtet; ja es ist sogar ein weit verbreiteter Mißbrauch, die Querstoßfugen möglichst dünn zu machen, um der Mauer dadurch vermeintlich ein besseres Ansehen zu geben, so daß man nicht selten durch dünne Mauern hindurchsehen kann.

Es scheint überdies, daß ein Ueberfluß von Mörtel im Mauerwerk von geringerem Nachtheil sei, als eine zu sparsame Verwendung desselben. Man muß denselben nicht mit Kitt und Leim vergleichen, welche ihre Bindekraft in dickerer Masse verlieren, sondern als eine

mit dem Stein gleichartige Masse betrachten, welche mit der Zeit selbst zum Stein wird. Je feinkörniger und dichter eine Steinart ist, in desto dünnere Schichten wird man sie in der Regel zerlegen können, ohne den Zusammenhang dieser Blätter in sich zu zerstören, und so ist es auch mit der Mauerspeise, vom feinsten Cement bis zum Beton und der römischen Gußmauer. Demnach muß nicht allein der Grad der Regelmäßigkeit der Steine, sondern auch die Beschaffenheit des Bindungsmittels die Dicke der Mauerfugen bestimmen.

Diese Regel finden wir auch bei dem auf uns gekommenen Mauerwerk der Alten befolgt, die uns in dieser Beziehung immer als Muster vorleuchten müssen, da auch von ihren Bauten sich wahrscheinlich nur das Beste erhalten hat. Wir finden bei ihnen bald äußerst dünne, bald sehr dicke Fugen, je nach der Beschaffenheit des Materials; die Gußmauern mit retyförmigem Kleide (opus reticulatum) nicht ausgenommen. An dem letzteren bemerkt man, daß die an der Außenfläche regelmäßig erscheinenden Steine des Paraments daselbst sehr dünne Fugen zeigen, sich aber nach hinten zu keilförmig mit dem Gußwerk verbinden, welches gewöhnlich aus beinahe gleich großen, mit einer gewissen Regelmäßigkeit gelegten, und mit einer ziemlich gleichen Mörtelmasse umgebenen, scharfkantigen Steinstücken bestehet.

2) Auch ohne ein plötzliches Hinzutreten eines strengen Frostes, kurze Zeit nach dem Regen, ist ein solches Abschälen der Mauerflächen denkbar. Die Trennung kann nach und nach stattfinden, ähnlich dem Brechen eines überlasteten Balkens, welches oft erst nach Jahren eintritt. Das Wasser hat seine größte Dichtigkeit bei $3\frac{1}{2}$° R., von diesem Punkte an dehnt es sich beständig aus, sowohl bei der Abkühlung, als bei der Erwärmung, so daß es bei -10° und $+19$° dieselbe Dichtigkeit hat. Gehler fand diese Ausdehnung wie 905 : 1000 oder nahe $\frac{1}{10}$ des Raums. Es scheint demnach gerade keine strenge Kälte erforderlich zu sein, um nach und nach jene Zerstörung in dem von Feuchtigkeit durchzogenen Mauerwerk hervorzurufen; ja es ist sogar wahrscheinlich, daß ein Klima von so wechselnder Temperatur, als das unsrige, diese Art von Verwitterung besonders begünstige. Wie tief der Frost in unsern Gegenden in Mauerwerk und Erde eindringe, ist noch nicht hinreichend ermittelt und auch schwierig zu bestimmen.

Festgestampfte zehn Jahre lang gelegene lehmige Erde fror, bei vier Wochen anhaltender Kälte von — 2° bis — 14° R., 2 bis 2½ Fuß tief. Eine 4 Fuß tief in die Erde gelegte, mit stillstehendem Wasser gefüllte eiserne Röhrleitung fror bei einem zwei Monate dauernden Frost von 0 bis — 17° von oben herunter zu; auch drang der Frost durch frisches, unverputztes Mauerwerk aus Thonschiefer und Grauwerke von 3 Fuß dick.

Uebrigens ist die Kraft der Ausdehnung des gefrorenen Wassers außerordentlich groß. Man sprengte bei — 17° R. mit Wasser gefüllte Bomben von Gußeisen von 18½ par. Zoll Durchmesser und 2¾ Zoll Metallstärke so vollständig, daß die Stücke mehrere Schritt weit geworfen wurden. Munke berechnete die dazu erforderliche Kraft auf 2,648000 Pfd. (S. Gehlers physik. Wörterbuch.)

Jedes große Bauwerk ist ohnehin in Folge der durch den Wechsel der Temperatur herbeigeführten Ausdehnung und Zusammenziehung des Materials in fortwährender Bewegung. Vicat bemerkte an dem Geländer einer neuen zu Souillac über die Dordoigne erbauten massiven Brücke, Fugen, die sich, dem Temperaturwechsel folgend, bald öffneten, bald schlossen. Eine genaue Beobachtung gab das Resultat, daß der weiße, körnige, harte Kalkstein, aus welchem die Brücke erbaut ist, etwa $\frac{1}{10}$ der linearen Ausdehnung des gehärteten Stahles, und $\frac{1}{8}$ des Glases gleichkommt. Versuche mit Trierschen Sandstein auf Ehrenbreitstein gaben ein ähnliches Resultat. Dies zeigt uns, wie wichtig es ist, möglichst gleichartiges Material zum Mauerwerk anzuwenden, und weshalb die verkitteten Fugen liegender Hausteine gewöhnlich undicht werden. Die großen Zerstörungen an den äußeren Verzierungen des Doms zu Köln, sind zum Theil der häufigen Anwendung eiserner Anker zuzuschreiben.

3) Auf Ober-Ehrenbreitstein wurde das Setzen eines drei Jahre alten, 57 Fuß hohen, auf Felsen gegründeten Pfeilers von 76 Q.-Fuß unterer und 54 Q.-Fuß oberer Durchschnittsfläche sorgfältig beobachtet, und nur ¼ Zoll gefunden. Das Mauerwerk bestand aus guten lagerhaften Bruchsteinen (Grauwerke) und einem Mörtel von 4 Theilen Sand und 1 Theil Trierschen Kalks, davon 100 Kubikfuß zu 2160 Fuß Mauer verbraucht wurden. In Kolberg wurde dagegen das Setzen einer 12 Fuß hohen Mauer von ähnlichem Material einen Zoll, also

$\frac{1}{12}$, gefunden, oder auf jeden Fuß der Höhe eine Linie. Wollten wir bei Ziegelmauern die Setzung einer jeden Fuge nur zu $\frac{1}{12}$ Linie annehmen, so würde eine Mauer von 24 Fuß Höhe mit etwa 96 Fugen 8 Linien oder $\frac{2}{3}$ Zoll niedriger werden.

4) Der Kalk in dem Flußgebiet der Maas darf beim Löschen nur mit so viel Wasser angefeuchtet werden, daß er eben zerfällt, worauf er sogleich zum Mörtel verarbeitet wird, und als solcher wohl an vierzehn Tage liegen bleibt, in welcher Zeit er häufig umgearbeitet wird, ehe er zum Verbrauch kommt. Zu Mons wird über den ungelöschten Kalk sogleich der dazu gehörige Sand geschüttet, und dieser angefeuchtet. Der Kalk muß sich unter dem Sande löschen, ohne durchgearbeitet zu werden, und nachdem dies geschehen ist, wird Alles während vierzehn Tage fleißig durch einander gearbeitet, und dann erst der Mörtel verbraucht. (Aus einem architectonischen Reisebericht des verstorbenen Herrn Generals Keibel.)

Vicat sagt: Damit der (durch Eintauchen, **par immersion**, sich löschende) Kalk sich hinreichend auflöse, muß man den ungelöschten Kalk in Stücke von der Größe einer Wallnuß zerschlagen, ehe man ihn eintaucht, und hierauf in Kasten und Fässer verpacken. Die Wärme wird dann concentrirt, ein großer Theil der Wasserdämpfe kann nicht entweichen, dringt in den Kalk ein und hilft ihn auflösen. Man kann auch den so gewonnenen Staub durch ein Sieb schlagen und die gröberen Körner nochmals eintauchen.

Die Nothwendigkeit, den Kalk, bei hydraulischen Gründungen entweder sogleich nach dem Löschen, oder noch besser ungelöscht anzuwenden, wie beim Beton (Konkrete), macht es daher unerläßlich, denselben zuvor zu Pulver zu mahlen. Man hat in England durch Versuche gefunden, daß die Ausdehnung im Konkrete während des Kalklöschens etwa $\frac{1}{8}$ Zoll auf jeden Fuß Höhe beträgt, welche Höhe sich nie mehr verliert. Die Kraft ist so groß, daß man dadurch Mauern spalten gesehen hat. Die Mengungsverhältnisse des Konkretes waren:

60	Theile Kiesel bis zu der Größe eines Hühnereies,
30	" scharfer Sand,
10	" gemahlener Kalk im heißen Zustande.
100	Theile.

(S. Allgem. Bauzeitung, 1838, pag. 122 f.)

Hier haben wir den vom Herrn Bergère in Fig. 10 angegebenen Mauerbruch erklärt. Der Referent erinnert sich dergleichen horizontale Risse an einer frei stehenden Mauer gesehen zu haben, die mit einem Mörtel aufgeführt war, zu welchem der Kalk kurz vor der Mengung mit Sand durch bloßes Benetzen gelöscht worden war.

5) Nicht minder nachtheilig ist es, wenn dem Kalk zu wenig Sand beigemengt wird, weil alsdann die von Herrn Bergère angegebenen schädlichen Wirkungen um so größer sein müssen. Godwin, in seiner gekrönten Preisschrift über Konkrete, sagt*): „Zu viel Kalk ist eben so nachtheilig, als zu wenig. Man hat beobachtet, daß wenn beim Einbringen des Konkretes Kalktheile nach der Oberfläche des Wassers aufgetrieben werden, und dort eine schwimmende, schaumartige Masse bildet, jedesmal eine größere Menge Kalk vorhanden ist, als zur Quantität erforderlich war, indem dies Phänomen niemals unter andern Umständen eintritt." Aber auch ältere Beobachter, z. B. Gadroy 1746 (S. oben II. 2) sind derselben Meinung. Dieser bemerkt: „daß, wenn zu viel Kalk angewendet wird, der Mörtel schon in zwei bis drei Tagen trockene und das Wasser zu schnell verdunste, denn es sei die langsame Verdunstung das, was dem Mörtel Dauer gebe;" ein Ausspruch, den die Erfahrung und die Theorie bestätigt, insofern von gewöhnlichem Sandmörtel die Rede ist. (Vergl. Eitelwein Wasserbaukunst.)

Wenn Vitruv den Rath ertheilt, eine hinreichende Mörtelmenge anzuwenden, und nicht zu trocken zu mauern, so unterstützt er die oben besprochenen Regeln. Die Erfahrung giebt auch den Beweis, daß ein während des Mauerns eintretender mäßiger Regen der Festigkeit des Mauerwerks nicht allein keinen Eintrag thut, sondern dieselbe noch zu befördern scheint. Und wer Gelegenheit gehabt hat, alte Mauern zu schleifen, wird wissen, daß solche Stellen am festesten sind, wo der Mörtel im flüssigen Zustande gewesen, aus den Fugen hervorgequollen ist, und die Sandkörner nur mit so wenig Kalk umhüllet sind, daß sie sich zu berühren scheinen; die Bruchstellen aber in der Regel einen Ueberfluß von Kalk, schlechte Mengung des Mörtels oder leere Stellen (sogenannte Mauselöcher) zeigen.

---

*) Allgemeine Bauzeitung, 1838.

Das Wasser, in hinreichender Menge, nach Umständen selbst im Ueberfluß angewendet, dringt vermöge seiner Theilbarkeit in alle leere Räume, spült dieselben mit feinem Mörtel voll, durchziehet poröse Steine mit aufgelösten Kalktheilchen, und vermehrt auf diese mechanische Weise die Dichtigkeit und Festigkeit. Smeaton, der berühmte Erbauer des Leuchtthurms auf dem Eydestonefelsen, bewies durch Versuche, daß Mörtel selbst dann überaus hart wird, wenn man ihn in vollkommen flüssigem Zustande anwendet, aber diese Versuche zeigten auch, daß in diesem Falle viel Zeit zu seiner Erhärtung erforderlich ist. Hieraus folgt, daß man bei gewöhnlichem Sandmörtel weniger Nachtheile zu befürchten habe, wenn man sehr viel, als wenn man sehr wenig Wasser anwendet.

6) Bei angelehnten, verhältnißmäßig dünnen Futtermauern, wie die Contrescarpen älterer Plätze nicht selten bekleidet sind, deren Parement zwar durch die Witterung gelitten hat, deren Stabilität indessen noch keinen Einsturz fürchten läßt, dürfte die Wiederherstellung in der angegebenen Weise kaum ausführbar sein, ohne die Mauerdicke, mithin die Kosten, zu vermehren. Angesetzte Strebepfeiler sind aber selten genügend. Ein (vielleicht auch anderswo anwendbares) Auskunftsmittel findet sich in einer alten Festung an mehreren Stellen angewendet. Die Contrescarpe, 18 — 20 Fuß hoch, ist angelehnt, abwechselnd in Schichten von Säulenbasalt und Ziegeln oder Tuffsteinen aufgeführt, nur 18 — 24 Zoll dick, bei einer Böschung von etwa $\frac{1}{3}$ Anlage. Man hat in dieselbe, wie Fig. 17, Pfeiler mit senkrechtem Parement eingebunden, welche bis in den festen Erdboden eingreifen und oben überwölbt sind, so daß die Mauer zugleich verstärkt und gegen Feuchtigkeit einigermaßen geschützt ist.

7) Ueber das Hinterfüllen der Futtermauern. Die zahlreichen Theorien über Stärke der Futtermauern haben bis jetzt noch zu keinem befriedigenden Resultat geführt, weil sie zu strenge mathematisch gehalten sind, und man nicht alle Verhältnisse berechnen kann, welche beim Bau vorkommen können, auch überhaupt nicht hinreichend die im Großen gemachten Beobachtungen zu Rathe gezogen hat. Befremden muß es z. B., daß nur wenige Schriftsteller von der Hinterfüllung der Futtermauern mit derjenigen Gründlichkeit handeln, die dieser wichtige Gegenstand der Baupraxis verdient.

Bestehet aber das wahre Wesen jeder nutzbaren Theorie darin, nachzuweisen, worauf es bei der Sache eigentlich ankommt, so muß es auch für diesen Gegenstand eine Theorie (wenn auch keine streng mathematische Theorie) geben*). Wir wollen es versuchen, einen kleinen Beitrag zu einer solchen Theorie zu liefern, in der Hoffnung, dadurch Anfängern vielleicht nützliche Winke für die Praxis zu geben.

Fast alle Schriftsteller stimmen darin überein, daß es rathsam sei, eine neu aufgeführte Mauer nicht eher zu hinterfüllen, als bis sie die nöthige Festigkeit erlangt habe, um die ihr bestimmte Last tragen zu können. Die Dauer dieses Zeitraumes giebt Niemand an, weil solcher von dem Material, der Witterung und vielen andern Umständen abhängt, die eben keiner Berechnung unterworfen werden können. Da jedoch die Fälle sehr selten vorkommen, wo man Futtermauern von beträchtlicher Höhe, also auch Dicke, so lange frei stehen lassen kann, bis der Mörtel getrocknet ist, so wird der Rath ertheilt, in diesen Fällen die Mauer etwas dicker zu machen, als es sonst nöthig sein würde. Aber auch dieser Rath überläßt Alles dem Takt des Baumeisters. Und in der That, bei dergleichen Arbeiten sind ein gesundes Urtheil, Genauigkeit in der Ausführung, unausgesetzte Aufsicht und möglichste Beseitigung aller nachtheiligen Einwirkungen das Wesentlichste. Wie man hauptsächlich diese nachtheiligen Einwirkungen bei der Hinterfüllung der Futtermauern verringern könne, soll in nachfolgenden Zeilen zu zeigen versucht werden.

a) Es sei abcd das Profil einer Futtermauer, ecd der Winkel, unter welchem die Füllerde sich im natürlichen Zustande abböschen würde, so scheint es daß das Mauerprisma bcd keinen größeren Widerstand zu leisten habe, als ein eben so großes, an derselben Stelle befindliches Erdprisma, oder daß derselbe sich fast auf Null reducire, wenn man erwägt, daß der obere Mauertheil nur dazu beitragen kann, die Stabilität dieses Prisma zu vermehren**).

*) Die Abhandlung „Ueber die Futtermauern der Festungswerke" im 13ten Bande des Archivs, S. 225 f., ist ein trefflicher Versuch zu einer solchen Theorie, dem eine noch weitere Entwickelung zu wünschen wäre.

**) Schon Couplet hat diese Bemerkung gemacht, und Mayniel das Gegentheil zu beweisen gesucht; s. auch Pasley, Course of mi-

Hiernach würde eigentlich nur das Erdprisma bke auf den Umsturz der Mauer hinwirken; auch pflegen Futtermauern häufig treppenförmig in der Richtung der Böschungsfläche ee abzubrechen, wenn sie durch die Hinterfüllung umgeworfen werden.

Ohne dieses Paradoxon näher zu untersuchen, darf man also mit Gewißheit annehmen, daß eine jede Futtermauer bis zu der Linie fg gleichzeitig mit der Mauerung hinterfüllt werden kann. In dringenden Fällen und bei gutem Boden darf man sogar wagen, die Aushebung der Erde geringer, als sonst nöthig, zu machen, etwa nach der Linie hi, hierauf den Raum für das Mauerstück cdk besonders abzugraben, und ein eben so großes Mauerstück schnell dicht gegen den (wegen seiner Cohäsion noch festen) Boden aufzuführen. Nachdem auf diese Weise die Erde gestützt worden, kann der vordere Theil nachträglich mit Genauigkeit aufgemauert und mit dem hintern Theil verbunden werden. Wenn dieses in kurzen Strecken, etwa von Strebepfeiler zu Strebepfeiler, geschieht, so ist dabei nicht die geringste Gefahr, und es kann viel Arbeit gespart werden. Die Erfahrung hat dieses Auskunftsmittel als anwendbar bestätigt.

b) Die unterste Füllerde muß möglichst festgestampft werden, so daß sie sich durchaus nicht mehr setzen kann; denn nimmt man an, daß das Erdreich unten locker läge, und durch den Druck der obern Erde merklich zusammengepreßt werden könnte, so könnte diese sich zwischen den obern Mauertheil und die feste Erde wie ein Keil hineindrücken, und sehr nachtheilig auf die Mauer wirken. Ein solcher Fall ist uns vorgekommen, wo bei starkem Froste eine mit Wasser gesättigte Hinterfüllung aus Lehm den obern Mauertheil abdrückte.

c) Nach Woltmann*) ist, wenn die Erde bis zur halben Höhe der Mauer hinterfüllt ist, ihr Moment erst $\frac{1}{4}$ des Ganzen, und auf $\frac{2}{3}$ der Höhe ist das Moment $\frac{8}{27}$ des Ganzen. Bis so weit ist demnach die Ueberwucht der Mauer so unmäßig größer, daß, wenn sonst kein Bedenken dagegen, man die Hinterfüllung der Erde unverzüglich vornehmen und der Mauerarbeit damit folgen kann.

---

litary instruction, originally composed for the use of the royal Engineer departement. London 1817.

*) Beiträge zur hydraulischen Architectur, IV. 415 — vgl. Eytelweins Anleitung zur Wasserbaukunst.

Von der Reibung ist die natürliche Böschung, von der Cohäsion die größte Böschung abhängig, bei welcher sich irgend eine Erdgattung, ohne sogleich abzustürzen, erhalten kann. Die gewöhnlichen Maße der Futtermauern sind aber nur in der Voraussetzung von lokkerem Erdreich ohne Cohäsion gefunden worden. Wenn daher die Füllerde gut gestampft wird, so giebt die dadurch erreichte größere Cohäsion eine ansehnliche Vermehrung der Stabilität, und man kann die Hinterfüllung unbedenklich noch über die angegebene Höhe vornehmen, bevor die Mauer ausgetrocknet ist.

d) Wenn die Füllerde durch mehrere wagerechte Ebenen irgend eines den Zusammenhang unterbrechenden Mittels durchschnitten wird, wie Fig. 15, so drückt nicht mehr die ganze Masse abc auf die Futtermauern, sondern nur die Theile abf, gdh u. s. w., welche sich verhalten wie die Quadrate der entsprechenden Höhen. Diese Ansicht hat mehrere Ingenieure zu dem Vorschlage bestimmt, die Füllerde durch Lagen von Faschinen, Hürden, Reisig und dergl. in verschiedene Schichten zu zerlegen, und solche mit dem festen Erdreich zu verankern. Allein diese Mittel sind vergänglich und darum unzulässig. Fände man dagegen ein Mittel, der Erde eine solche Dichtigkeit und Cohäsion (wenn auch nur in einzelnen Schichten) zu geben, daß dieselbe gleichsam einem Pisé gleichkäme, so wäre die Möglichkeit gegeben, die Hinterfüllung sogleich mit dem Bau der Mauer auszuführen.

Betrachten wir die Eigenschaften der verschiedenen Erdarten, so finden wir, daß dieselben großentheils einander entgegengesetzt sind, ferner:

1) außer dem Gewicht haben zunächst die Reibung und die Cohäsion Einfluß auf den Druck gegen Futtermauern;

2) die Reibung nimmt mit dem Druck nach einerlei Gesetz zu, während die Cohäsion gar nicht davon abhängt, sondern bei kleinen Quantitäten größer ist, als bei großen;

3) gewachsener Boden übt einen geringeren Seitendruck aus, als angeschütteter;

4) das Setzen der Erde bestehet in der Annäherung der einzelnen Theile an einander;

5) Feuchtigkeit verändert die Eigenschaften der Erdarten. So ist feuchte Thonerde am schwersten, und ihr Druck am meisten zu fürchten, weil sie sich ausdehnt; pulverisirt und mit Wasser gesättet, wird sie Schlamm. Dammerde (Gartenerde) verringert mit der Zeit ihr Volumen, wegen der darin enthaltenen vegetabilischen und animalischen Theile, und wird, mit Wasser gesättigt, gleichfalls Schlamm. Feiner Sand böscht sich im trokkenen Zustande stark ab, und wird im Wasser zu Triebsand mit wagerechter Lage. Grober Sand und Kies haben ein geringeres voluminöses als specifisches Gewicht, und erleiden durch Wasserzufluß geringe Veränderung; allein wegen ihrer großen Zwischenräume gestatten sie ein Durchsinken feiner Erdtheilchen, mithin eine lange dauernde Bewegung, wenn sie unter feinkörnigen Erdlagen sich befinden.

Hiernach müssen die verschiedenen Erdarten sehr verschiedene Wirkung auf eine Vorsetze äußern, die unmöglich einer Rechnung unterworfen werden können; sondern es muß uns eine sorgfältige Beobachtung ihrer Natur den Weg zeigen, jenen nachtheiligen Einwirkungen entgegenzuarbeiten.

Hier bietet sich uns zunächst ein einfaches Mittel dar, nämlich solche Erdarten mit einander zu vermengen, oder wenigstens schichtenweise abwechseln zu lassen, deren Eigenschaften einander möglichst entgegengesetzt sind, so daß gleichsam ein Nachtheil den anderen aufhebe. Sand mit Lehm gemengt geben z. B. eine harte vom Wasser nicht schnell lösbare Masse, die mit Vortheil beim Bau sogenannter Lehmwege im Sandlande angewendet wird. Unterbricht man nun eine Füllerde von solcher Mengung durch Lagen festeren Materials: feinem Bauschutt, dem Abfall aus den Kalklöschpfannen u. s. w., so wird man sicherlich den Druck auf die Mauer um ein Bedeutendes vermindern, ja so gering machen, daß von der Hinterfüllung nichts zu fürchten ist. Tritt während der Anschüttung Regen ein, so wird dadurch das gleichförmige Setzen ohne Bewegung sehr befördert, indem die feinern Erdtheilchen (die zugleich gewöhnlich bindend sind) in die Zwischenräume der unteren Schichten hinabgespült werden. Daher ist bei großer Trockenheit ein Benetzen der Füllerde zu empfehlen, so wie man beim Setzen junger Pflanzen solche reichlich begießt,

(einsumpft), damit die feinsten Erdtheilchen hinabsinken, sich um die Wurzeln legen, und die Pflanze befestigen.

Rondelet bemerkt, daß, seiner Erfahrung zufolge, Erde mit Kalkwasser durchzogen eine Art Pisé von großer Härte und Festigkeit bilde, und in England hat man in neuerer Zeit mit dem besten Erfolg angefangen, einen mittelmäßigen Baugrund durch theilweise Concrezion mit geringen Kosten zu verbessern. Man vermengt den natürlichen Boden mit nassem Kalk und Sand tüchtig und verständig, und wenn das Erdreich Sandtheile genug enthält, mit Kalkwasser allein*). — Es ist also wohl anzurathen, beim gleichzeitigen Mauern und Hinterfüllen die Mörtelkasten hinter der Mauer auf dem Füllboden aufzustellen, und alles Material von hinten beizubringen, da beides das Setzen des Bodens ohne Erschütterung befördert und die Rüstungen erspart werden.

Pasley (III., S. 692 des oben angeführten Werkes) empfiehlt die Anwendung einer Art Pisé (puddel) beim Festungsbau, welcher folgendermaßen zubereitet wird. Man mengt eine große Quantität Erde mit Wasser, welches man nach und nach zugießt, bis zur Konsistenz von Mauermörtel. Hierauf trägt man dieselbe in wagerechten Schichten ungefähr 9 Zoll dick auf, und läßt sie durch Menschen mit Kothstiefeln (mud boots) festtreten, während man sie mit Schaufeln tüchtig umarbeitet. Jede Lage muß, nachdem sie gehörig durchgeknetet ist, so viel eintrocknen, daß ein Mann darauf stehen kann, ohne einzusinken; alsdann wird eine zweite Lage von derselben Dicke auf die erste ausgebreitet, und darauf geachtet, daß sie sich mit derselben gut verbindet, indem man die erste Lage aufkratzt und netzt; und in dieser Weise fährt man fort, bis zur erforderlichen Höhe. Eine Dicke von 3 Fuß ist hinreichend, um gute Mauern von Puddel zu bilden. Klei- und Gartenerde sind zum Puddel nicht tauglich; am besten ein leichter Lehm mit Lagen von feinem Sand oder Grand, aus welchem alle Theilchen, die größer als eine Flintenkugel sind, entfernt werden. Diese Masse läßt, wenn sie gut zubereitet wird, kein Wasser durchsickern. S. 694 heißt es: Die Inder machen Wälle von gerammter Erde, mit beinah steilen Wänden ohne Böschung. Sie mischen jede

*) Allgemeine Bauzeitung, 1838, pag. 148.

Lage, welche aufgetragen wird, und nicht zu dick ist, mit Wasser, und nachdem dieselbe gut gerammt, lassen sie sie trocknen, bevor eine zweite Lage darauf kommt. Die mud-forts, wie sie genannt werden, haben oft den Fortschritten der englischen Waffen in Indien den größten Widerstand geleistet. (Beschreibungen dieser desperaten Vertheidigungen findet man in der Schrift „Observations on the attack af Mud-Forts.") — Ein ähnlicher von dem Engländer Brindley 1764 erfundener Poddel besteht aus einem Theil Dammerde und zwei Theilen grobkörnigem Kies, die sorgfältig zusammen gestoßen und mit Wasser gesättigt werden. Dieser Poddel soll schon bei 2 Fuß Dicke dem Wasser undurchdringlich sein.

Es leidet keinen Zweifel, daß diese Methode, dem Erdboden eine große Dichtigkeit zu geben, mit dem größten Vortheil beim Festungsbau und namentlich zur Hinterfüllung von Futtermauern angewendet werden kann.

c) Obgleich aus dem Vorgehenden erhellet, daß man den Druck auf die Futtermauern durch zweckmäßige Bearbeitung der Füllerde dermaßen verringern kann, daß er kaum in Betracht kommt, so liegt dennoch darin keine Gewähr für alle möglichen Fälle. Es bleibt demnach nichts anderes übrig, als der Mauer selbst eine veränderte Construction zu geben. Schon häufig ist zu diesem Zwecke die Ueberwölbung der Strebepfeiler, so wie auch eine Verbindung derselben durch aufrecht stehende, dem Erddruck zugewendete Bogen vorgeschlagen worden; allein diese Anordnungen sind in der Regel zu kostbar. Wir wollen versuchen, dieselbe Construction so anzugeben, daß sie gleichsam ein Minimum von Aufwand erfordere, ohne uns anmaßen zu wollen, damit eine feste Regel zu geben, die, unserer Ansicht nach, durch keine Berechnung gefunden werden dürfte.

Moller*) macht folgende beachtungswerthe Bemerkung: „Der characteristische Unterschied zwischen den Constructionen der Alten und denen des Mittelalters bestehet in der oft bewundernswürdigen Leichtigkeit der letzteren. — Der Verf. glaubt das leitende eigenthümliche Princip derselben darin gefunden zu haben, daß alle langen Linien von Mauern, Gewölben, Dachhölzern u. s. w. verhältniß-

*) Beiträge zu der Lehre von den Constructionen, 1stes Heft.

mäßig sehr schwach genommen, dagegen in kurzen Zwischenräumen durch unverschiebliche feste Punkte oder Knoten netzförmig abgeschlossen sind, während bei den Bauwerken der Alten diese Theile meistens ohne solche stärkeren Abschlüsse, aber gleichförmig dick und weit massiver als bei den sogenannten gothischen Gebäuden gehalten sind."

„Um die Vorzüge einer solchen Abschließung langer und schwacher Linien lebhaft zu fühlen, darf man sich nur die Faden eines großen Netzes oder Gewebes parallel und ohne Seitenverbindung denken. Die geringste Kraft bewirkt ihr Zerreißen, während dieselben Fäden, in ein Netz verbunden und durch Knoten in kleine Maschen oder Felder getheilt, eine mehr als hundertfältige Stärke erhalten. Ein anderes Beispiel bietet uns die Natur in der Bildung der Gräser und Rohre dar." — — Aber nicht nur hierbei, sondern bei unzähligen andern Formationen aus der Thier- und Pflanzenwelt, wird man diese netz- und knotenartige Verbindung antreffen.

Für unsern Fall würde eine Vergleichung mit den Gehäusen einiger Mollusken, z. B. der Seeschnecken, passen, welche aus verhältnißmäßig sehr dünnen Hüllen bestehen, die durch erhabene Reihen und Scheidewände dermaßen verstärkt sind, daß sie dem auf ihnen lastenden ungeheuren Drucke Widerstand leisten.

Dieses Princip auf eine Futtermauer angewendet, würde man derselben zunächst das durch Rechnung gefundene Minimum von Dicke geben, hierauf die Strebepfeiler möglichst nahe an einander und in geringerer Dicke als gewöhnlich annehmen, und dieselben mehreremale über einander mit Bogen von sehr geringer Dicke überwölben. Da nämlich ein wesentlicher Nutzen der Strebepfeiler darin besteht, den Gesammtdruck zu zertheilen, und die beiden Seiten derselben von der Füllerde gleichmäßig gepreßt merden, ist es offenbar überflüssig, sie in dieser Beziehung breiter zu machen, als gerade zu einer guten Verbindung mit der Futtermauer nöthig ist. Auf die Stabilität kann dieses keinen Nachtheil äußern, wenn die Entfernung der Pfeiler in passendem Verhältniß bleibt. Diese Entfernung könnte man, bei 5 Fuß langen und 3 Fuß breiten Strebepfeilern, im Maximum auf 16 Fuß am M. z. M. annehmen, so wie in der oben erwähnten Abhandlung im 13ten Bande des Archivs, Seite 236, aus

guten Gründen festgesetzt ist. — Dasselbe, was die Strebepfeiler zur Vertheilung des Gesammtdrucks nach der Länge der Mauer beitragen, sollen die Ueberwölbungen in Bezug auf die Höhe leisten, und außerdem die Stabilität der Mauer vermehren*). Um Kosten zu ersparen, werden die Bogen, ebenso wie die Erdbogen bei tiefen Fundamentirungen, über Lehren von gerammten Füllen geschlagen. Diese Bogen sind daher oben und unten von fester Erde umgeben, bedürfen also nur einer geringen Wölbungshöhe, etwa $\frac{1}{7}$ der Spannung, und einer Dicke von einem ganzen Ziegelstein. Die passendsten Stellen für dieselben würden auf $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Mauerhöhe, und bei sehr dicken Futtermauern noch an Zwischenpunkten liegen.

Denkt man sich nun dieses Netzwerk als eine wohl verbundene Masse, mit einer solchen Hinterfüllung als oben angegeben ist, so wird man zugeben müssen, daß eine in dieser Weise erbaute Futtermauer nicht allein eine große Festigkeit gegen das Zerbrechen und Bresche-schießen, sondern auch eine größere Stabilität besitzen wird, als die in gewöhnlicher Art ausgeführten Futtermauern.

Nach dieser Methode ward in einer Festung des Preuß. Staates eine Futtermauer, wie Fig. 16, im Monat November während eines beinahe ununterbrochenen Regenwetters (in zwei besonderen Stücken nach einander) in dem kurzen Zeitraum von 14 Tagen gegründet, aufgeführt, sogleich hinterfüllt, die darüber hingehende Straße gepflastert, eine Zugbrücke gelegt und sogleich befahren, ohne daß der sehr lebhafte Verkehr auf derselben auch nur eine Stunde lang unterbrochen worden wäre. Diese Mauer hat nicht allein den nächstfolgenden sehr nassen Winter nicht die geringste Veränderung erlitten, sondern befindet sich noch jetzt, nach 17 Jahren, in untadeligem Zustande. Der Füllboden hatte in kurzer Zeit eine so große Festigkeit und Cohäsion erlangt, daß er sich an dem Profil beinahe lothrecht

*) Bei einer Profil-Futtermauer, welche während des Baues etwas unvorsichtig hinterfüllt wurde, zeigte sich in dem obern Theile eine Ausbauchung nach der Länge, und in der Mitte ein Ueberhängen von etwa einem Zoll. Dadurch, daß einige Schichten abgebrochen und die drei Strebepfeiler mit Erdbogen, einen Mauerziegel dick, überwölbt wurden, gelang es, die Mauer ohne Nachtheil zu beenden, sogleich zu hinterfüllen, und die 6 Fuß hohe Brustwehr darüber anzuschütten.

hielt, steinhart war und so wenig setzte, daß das Straßenpflaster nur eine geringe Nachbesserung erforderte. Alle Materialien waren von hinten herbeigebracht und die Mauer ohne Gerüst (über die Hand) aufgeführt worden.

Vergleicht man den Inhalt dieser Mauer mit dem einer gleich hohen nach Vaubanschem Profil, so ergiebt sich:

a) Nach Vaubanschem Muster:

15′ lang, im Mittel 7,2′ br., 22′ hoch = 2376 c′

Ein Strebepfeiler 6′ l., $\frac{4+4'}{2}$ br., 22′ h. = 462 c′

2838 c′

b) Nach der ausgeführten Construction:

15′ lang, 5′ breit, 22′ hoch = ... 1650 c′

Ein Strebepfeiler 5′ l., 4′ br., 22′ h. = 440 c′

Zwei Strebepfeiler à 13′ l., 5′ br., 1′ h. = 130 c′

2220 c′

Also auf 15′ lang eine Ersparniß von . . . 618 c′

oder auf einen lauf. Fuß von $\frac{618}{15} = 41\frac{3}{5}$ c′.

Ueberhaupt läßt sich darthun, daß über eine bestimmte Höhe hinaus hohle Futtermauern, bei gleicher Höhe und Standfähigkeit, sich wohlfeiler herstellen lassen, als Futtermauern von derselben Höhe und um so wohlfeiler, je größer die Höhe. Vielleicht finden wir bei einer andern Gelegenheit Veranlassung, diesen für die Baupraktik wichtigen Gegenstand näher zu beleuchten.

XI.

Oeconomische Vortheile der Bauausführung.

Wenngleich Recensionen von Druckschriften von dem Zwecke dieses Archivs ausgeschlossen sind, so sind es doch nicht nützliche Nachrichten aus Druckschriften, die vielleicht noch nicht eine allgemeine Verbreitung haben.

Dahin gehört eine so eben erschienene Brochüre:

„Ueber bisher noch nicht beachtete ökonomische Vortheile der Bauausführung, von einem practischen Baumeister. Leipzig 1843.“,

welche in der anspruchslosesten Form einen Schatz richtiger Ansichten über die Behandlung der Arbeiter, um von ihnen die mehresten ökonomischen Vortheile zu erhalten, darbietet. Der Verfasser schätzt den dadurch zu erhaltenden Gewinn bis zu ½ des gewöhnlichen Arbeitseffects.

Im Wesentlichen geht er von dem Grundsatz aus, daß man die Hülfe Anderer nur dann zweckmäßig benutzen kann, wenn man Jeden in seiner Stellung zu einem selbstschaffenden Wesen mache, und dem Gutgeschaffenen seinen gerechten Lohn bereite.

Dieser Grundsatz geht durch alle Abtheilungen des Baupersonals. Es gilt für den Dirigenten, dem eine freie, selbstständige Stellung einzuräumen ist, so daß er das zu fertigende Werk als sein Werk betrachten könne, und dem nicht Dienstinstructionen, welche zu sehr ins Einzelne gehn, hemmend in den Weg treten*); er gilt für die rohen

*) Ein großartiges Beispiel dieser Art bietet die Instruction des

Arbeiter, bei denen es nicht auf Kunstfertigkeit, sondern nur auf die Menge der Arbeit ankommt, und für die Kunstarbeiter.

Für die rohen Arbeiter findet der Verf. in der bisherigen Behandlung der Arbeiter selbst und in der Vertheilungsart der Arbeit die Ursachen, weshalb bisher weniger als möglich geleistet wird.

Die Behandlung der Arbeiter soll sich nämlich nicht blos, wie bisher größtentheils geschieht, auf eine gerechte, aber passive Aufsicht ihres Lohns und Verhaltens beschränken; sie soll noch mehr thun, indem sie den Arbeiter in seiner eigenthümlichen Lage bei großen Bauausführungen hinsichts seines Unterkommens und seiner Verpflegung in Schutz nimmt. Der Verf. ließ zu dem Ende bei einem von ihm geleiteten größeren Bau durch die Arbeiter selbst in den Feierabendstunden eine leichte Küche erbauen, stellte aus der Mitte der Arbeiter einen verheiratheten Speisewirth an, und ließ durch diesen, unter Aufsicht der Arbeiter, eine gesunde Kost zubereiten, welche gegen die Selbstkosten verabreicht ward. Desgl. ward durch Freiwillige ein Keller gegraben und Bier aufgelagert, auch eine Niederlage von gutem Brode eingerichtet, beides gegen den Einkaufspreis.

Die Wirkung dieser Einrichtungen war augenblicklich. Mit geringen Ausnahmen nahmen sämmtliche Arbeiter an diesen Etablissements Theil, und nachdem auch Schlafstellen in leicht erbauten Baracken vorgerichtet worden, bildete sich ein eigenthümliches Zusammenhalten unter denselben aus. Der Arbeiter blieb gern in der Nähe seiner Baustelle, wo er Ruhe, gesunde, schmackhafte und die möglichst wohlfeilste Kost fand; ja es fand sich ein fröhliches Zusammenleben unter ihnen in dem Maaße ein, daß die Bewohner der anliegenden Stadt hinauskamen, um dies anzusehen.

---

königl. Baudirectors der Bundesfestung Germersheim dar, welchem von seinem königl. Herrn die Leitung dieses großen Baues nach einem von dem Könige Selbst genehmigten Entwurf mit unbedingter Vollmacht hinsichts der anzuwendenden Mittel und deren Anwendung, daher ohne alle Superrevisionen seiner Contracte u. dgl., übergeben worden. Die vortreffliche Ausführung und der allgemein verbreitete wohlbegründete Ruf des Obersten Schmauß rechtfertigen diese Maaßregel. Nicht die detaillirte Controlle mittelmäßiger Subjecte, sondern unbedingtes Vertrauen in ausgezeichnete Menschen sind die Garantien für das Gelingen großer Unternehmungen.

Durch die kräftige Nahrung und das gute Bier wurde der Branntwein, der nur Ueberreiz und Erschlaffung verursacht, überflüssig, und dieser ward daher nur an Regentagen oder bei außerordentlichen Anstrengungen genossen.

So wurden die Arbeiter ohne Zwang in der zweckmäßigen Verwendung des Lohns geschützt, und zugleich vorbereitet, um an der auf kräftige, nicht gedrückte Arbeiter berechneten Vertheilungsart der Arbeit Theil zu nehmen*).

Bei letzterer wird der an der Spitze dieses Auszuges aufgestellte Grundsatz dahin angewendet, daß der Arbeiter keine bloße Sache, sondern eine Person sei, und einen Grund in sich selbst finden müsse, der ihn zur Anstrengung anspornt. Dieser Grund kann bei rohen Arbeitern nur der Geldverdienst sein, und das Mittel dazu liegt bekanntlich im Arbeiten im Gedinge. Ohne hierüber Bekanntes zu wiederholen, soll hier nur bemerkt werden, daß dort Gesellschaften zu 15 bis 20 Mann gebildet wurden, welche keinen Unternehmer, keinen Vorsteher, der ihnen den Lohn verkürzen konnte, an ihrer Spitze hatten, sondern von denen Jeder des Andern Aufseher war. Manche von diesen kleinen Gesellschaften ging an die Arbeit, ehe der Tag graute, und gönnte sich dagegen in den Mittagsstunden einer längern Ruhe. Der Erfolg war für die Arbeiter ertragreich, und erwarb dem Verfasser von seiner Oberbehörde die schriftliche Anerkennung des richtigen öconomischen Verfahrens und der dadurch erreichten Vortheile. Die Grundsätze für die Gedingepreise wurden aus vorherigen Beobachtungen über die Leistungsfähigkeit der Arbeiter gezogen; augenfällige Zufälligkeiten, wodurch die Arbeiten unerwartet erschwert wurden, außergewöhnlich vergütigt, den Arbeitern die Detailanordnung ihrer

*) Die Erbauung von Lagerbaracken für die Arbeiter und die Einrichtung von Speiseküchen in ähnlicher Art, als hier angegeben, findet gleichfalls bei den neuen Bauten der deutschen Bundesfestungen von Ulm und Rastatt statt. Bekanntlich liegen auch die zu den Festungsbauten von Paris, so wie die zu den österreichischen Festungsbauten commandirten Militairarbeiter in Baracken; in Rußland findet dasselbe mit den zu den Festungsarbeiten commandirten Pionierbataillonen statt, so daß die hier beregte Einrichtung nicht ganz neu und um so mehr als erprobt anzunehmen ist.

Leistungen selbstständig überlassen, und dadurch Vertrauen und guter Muth erhalten.

Bei den Kunstarbeiten, oder denjenigen, welche zünftig erlernt werden müssen, hielt man vor Allem auf gute Werkmeister. Sie mußten nüchtern sein, und nicht sowohl um Lohn, als aus Ehrgefühl ihre Pflicht thun. Wo das Ehrgefühl nicht vorherrschend war, ward der Werkmeister gewechselt. Versehen wurden nicht strenge gerügt, sobald nur keine Absicht und keine Verheimlichung stattfand.

Auch bei den Kunstarbeiten fand das Gedinge statt; doch war auch der Tagelohn sehr ausreichend, und man bezahlte lieber ausgezeichnete Leute hoch, als daß man schlechte Arbeiter für geringen Lohn annahm. Die guten Arbeiter aber suchte man unter allen Umständen, selbst im Winter im Brode zu erhalten.

Die genauere Durchsicht obiger, nur 58 Seiten langen Brochüre wird jeden mit Bauarbeiten beschäftigten Ingenieur interessiren.

XII.

Ladungen für das kleine Gewehr.

Das Journal des armes spéciales enthält in dem August- und September-Hefte pro 1842 die Ergebnisse von Versuchen, welche über die Bestimmung der besten Ladung für das kleine Gewehr und über die Mittel, die Wahrscheinlichkeit des Treffens zu erhöhen, neuerdings angestellt sind.

Im Nachstehenden sollen die interessantesten Ergebnisse dieser Versuche mitgetheilt werden, ohne in eine detaillirte Beschreibung des Ganges und der benutzten Mittel bei denselben einzugehn.

Die bekannte Erfahrung, daß alle gegossenen Bleikugeln mehr oder weniger hohl sind, führte zunächst darauf, den Einfluß zu ermitteln, den die Hohlung auf die Wirkung zu äußern vermöge. Man bediente sich dazu eines ballistischen Gewehrpendels, durch dessen Schwingungen man die Größe des Rückstoßes bestimmte, während ein zweiter Pendel, gegen welchen man schoß, die Mittel darbot, die anfängliche Geschwindigkeit der Kugeln zu berechnen, und die Schußweiten mit einander zu vergleichen.

Beim Schießen nach der Scheibe wurden die Gewehre in ein Gestell eingespannt, welches die erforderlichen Erhöhungsgrade zu nehmen gestattete.

Alle zu den Versuchen benutzten Kugeln hatten einen Durchmesser, der zwischen 7‴ 3‴‴ und 7‴ 2,75‴‴ (0,655″ u. 0,623″ Preuß.) fiel, die Gußhülsen waren vermittelst einer Zange abgeschnitten, deren Schneiden so eingerichtet sind, daß das Geschoß seine kugelförmige Gestalt behält.

Es wogen bei einem Durchmesser von genau 7‴ 3‴‴ 100 Stück Kugeln:

ohne Höhlung 2,592 Kil.,
gewöhnliche 2,561 „

der mittlere Unterschied des Gewichtes der einzelnen Kugeln beider Sorten betrug 0,0003 Kil. oder $\frac{1}{85}$ des Gewichtes der gewöhnlichen Kugeln.

Beim Schießen gegen eine Scheibe auf 150 Meter bei horizontaler Seelenare zeigte sich fast gar kein Unterschied zwischen beiden Sorten. Von den gewöhnlichen Kugeln trafen sogar noch einige mehr die Scheibe, und sie hatten geringere Seitenabweichungen, dagegen senkten sie sich unbedeutend mehr, und zwar im Verhältniß von 17 : 16, gegen die Kugeln ohne Höhlung, während letztere kaum merkliche größere Schußweiten ergeben.

Man folgerte daraus, daß für die Praxis beide Kugelsorten gleich brauchbar seien, indem der Vorzug, den die Kugeln ohne Höhlnng nothwendig haben müssen, gegen die übrigen Umstände, welche die Wirkung bedingen, wie das Verschleimen, der Spielraum, die Veränderung der Gestalt der Kugel, die sie im Rohre erleidet, ehe sie dasselbe verläßt, die Art, wie das Pulver jedesmal auf dieselbe einwirkt, um sie in Bewegung zu setzen, gänzlich verschwindet, besonders wenn man zu diesen in der Natur der Waffe begründeten Umständen noch die Unerfahrenheit, Ungeschicktheit des Schützen und die körperliche Anstrengung desselben im Gefechte noch mit hinzurechnet. Indem man daher jede Kostenvermehrung, so wie jede Schwierigkeit, die aus der Herstellung von Kugeln ohne Höhlung erwachsen dürfte, für nicht gerechtfertigt erklärte, empfahl man doch einen größeren Durchmesser und eine geringere Länge des Gußhalses, um diese Höhlung möglichst zu vermindern.

Die Anwendung eines feineren Pulvers statt des früheren Geschütz-Pulvers zu den Gewehrladungen, die Veränderungen in der Fabrikation desselben, endlich die Verbesserungen der Waffen selbst, namentlich die größere Genauigkeit in den Abmessungen der Läufe, haben zwar größere Schußweiten herbeigeführt, aber auch die Stärke des Rückstoßes vergrößert. Die darüber allgemein geführten Klagen suchen stets den Grund dieses Uebelstandes in der Stärke der Ladung. Es

wurde daher beschlossen, Versuche anzustellen sowohl über die angemessenste Stärke der Ladung als über die vertheilhafteste Pulversorte.

Da man den Werth einer großen Schußweite nicht verkannte, so sollte von derselben nichts geopfert werden, und man benutzte als Maaßstab die Wirkungen des Gewehrs nach dem verbesserten Modell von 1777, mit welchem die Kriege des Kaiserreichs geführt worden sind, indem man verlangte, daß die Kugel von 7‴ 3⁗ in dem Gewehre nach dem Modell von 1822 keine geringere Schußweite geben dürfe, als das Gewehr von 1777 mit einem Kaliber von 20 aufs Pfd. und einer Ladung von $\frac{1}{10}$ Pfd. Geschützpulver, während der Rückstoß nicht stärker sein sollte.

Zum Versuche kamen:

1) eckiges Musketenpulver von Esquerdes,
2) eckiges Musketenpulver von Maromme,
3) feines rundes Musketenpulver von le Bouchet.

Die beiden Pulversorten von Esquerdes und Maromme hatten dieselbe Körnergröße, welche zwischen 0,0014 und 0,001 Meter (0,038 und 0,054″) fielen, und dieselbe Gestalt der Körner.

Das Pulver von le Bouchet hat runde, kugelförmige Körner, die zwischen 0,0016 und 0,0014 Meter fielen (0,054 u. 0,061″).

Die Körner des Pulvers von Esquerdes und le Bouchet waren härter als die des Pulvers von Maromme, und unter sich in dieser Beziehung ziemlich gleich. Das Mischungsverhältniß war bei allen drei Sorten genau:

75 Theile Salpeter,
12½ » Kohle,
12½ » Schwefel,

wie bei dem alten Pulver.

Das Pulver von Maromme ist schwarz, ohne Glanz, die Ecken der Körner wenig scharf, wie abgestoßen, die Kohle ist auf die frühere Art gewonnen, das Pulver ist auf Stampfmühlen fabricirt.

Das Pulver von Esquerdes ist glänzend schwarz, etwas ins Braune spielend, die Kohle ist durch Destillation in Cylindern gewonnen, das Kleinen, sowie das Mengen der Bestandtheile geschieht in Trommeln vermittelst Metallkugeln, der Satz wird vor dem Körnen vermittelst einer hydraulischen Presse gepreßt.

Das Pulver von le Bouchet ist mattschwarz, etwas ins Braune spielend — Zylinderkohle — die weitere Bearbeitung bis auf das Körnen wie beim Pulver von Esquerdes.

Das übrige Verfahren bei der Fabrikation ist bei allen 3 Pulversorten dasselbe.

Es ergaben:

	beim Probirmörser.	beim Pendel.
das alte Kriegspulver . . .	226 Metres.	0,232 Met.*)
Maromme	222 "	0,253 "
Esquerdes	224 "	0,264 "
le Bouchet	235 "	0,235 "

also gar keine Uebereinstimmung zwischen den Wurfweiten des Probirmörsers und den Wirkungen gegen den Pendel, wie sich dies am auffallendsten bei dem Pulver von Maromme und von le Bouchet zeigt.

Beim Schießen gegen den Pendel ergab sich der Effect mit der alten Ladung, 11,20 gr. Geschützpulver, Kugeln zu 20 pro Pfd. und verbessertes Modell von 1777, gleich 0,233 Metres; derselbe Effect wurde erreicht mit einer Ladung von

7,80 Grammes Pulver von Esquerdes,
8,60 " " " Maromme,
10,10 " " " le Bouchet.

Zur Erreichung einer Schußweite, wie sie mit der alten Ladung ꝛc. erreicht worden, waren erforderlich:

9 Grammes Pulver von Esquerdes,
9 " " " Maromme,
10,20 " " " le Bouchet.

Die größte Schußweite gab dabei noch das Pulver von Maromme.

Schützen, sowohl unter den Kanonieren als unter den schwächsten Leuten der Compagnien des Centrums ausgewählt, so wie Officiere, welche selbst mitschossen, erklärten einstimmig, daß der Rückstoß bei den gedachten Ladungen sie nicht belästige, obgleich die Schützen bis 50 Schuß hinter einander ohne Unterbrechung thaten; der alten Ladung wurde dabei jedoch einiger Vorzug eingeräumt.

---

*) Die Bewegung des Pendels, gegen welchen geschossen wird, in Millimetres ausgedrückt und effet genannt.

Am Gewehrpendel zeigte sich, daß 10,20 Grammes Pulver von le Bouchet einen wenigstens eben so starken Rückstoß ergab, als die alte Ladung, daß bei der Ladung von 9 Grammes die Verhältnißzahlen des Rückstoßes waren:

20 für das Pulver von Maromme,
42 " " " " Esquerdes,
42 " die alte Ladung.

Daß das Pulver von Maromme noch bei 9½ Gr. einen merklich schwächeren, und erst bei 10 Gr. einen eben so starken und resp. etwas stärkeren Rückstoß ergab, als die alte Ladung. Auf der Entfernung von 60 Metres zeigte sich das Pulver von Maromme bei einer Ladung von 9½ Grammes dem alten Pulver in der Schußweite überlegen, während ihm das Pulver von Esquerdes etwa gleich kam.

Nach 300 Schuß waren die Zündlöcher der Gewehre bei Anwendung aller Pulversorten etwa in gleichem Grade angegriffen.

Es zeigte sich jedoch dabei, daß in Bezug auf Versager das Pulver von Esquerdes und Maromme sich gleichstanden, während das Pulver von le Bouchet 5 bis 6 mal so viel Versager ergab, und zwar im Verhältniß von 1 : 13 Versager auf der Pfanne und 7 : 9 der Ladung im Laufe.

Das Verschleimen des Laufes war bei allen Pulversorten gleich stark.

Bei einem Vergleichsversuche von Pulver von Esquerdes und Maromme einerseits und den besten Jagdpulversorten (poudre royale) andererseits zeigte sich, daß der Effect sich etwa 20 : 19 verhält, daß der Rückstoß in demselben Verhältnisse bei dem Jagdpulver stärker war. Man stand daher von ferneren Versuchen mit diesem Pulver um so mehr ab, als zu befürchten steht, daß die feinen Körner, wenn der Lauf verschleimt ist, sich an die Wände anhängen, und daher nicht die ganze Ladung zu Boden gebracht wird.

Die Commission zog aus diesen Ergebnissen den Schluß, daß

das runde Pulver von le Bouchet sich nicht zu den Gewehrladungen eigene,

weil man einer Ladung von 10,20 Gr. bedarf, um die gewünschte Schußweite zu erreichen, während 9 Gr. Pulver von Esquerdes oder Maromme ausreichen;

weil diese Ladung einen wenigstens eben so starken Rückstoß als die alte Ladung hervorbringt;
weil das Pulver wegen der Gestalt und Größe der Körner mehr Versager ergiebt;
weil der Soldat beim Aufschütten auf die Pfanne leicht zu viel Pulver vorbeischüttet, und dadurch die Ladung schwächt.

Zwischen dem Pulver von Esquerdes und Maromme hat sich bei den Versuchen kein scharfer Unterschied herausgestellt, jedoch ist wenigstens der Rückstoß bei dem letzteren minder heftig. Die Commission erklärte sich daher aus diesem Grunde sowie deshalb für das Pulver von Maromme (schwarze Grubenkohle — Stampfmühlen),
weil dasselbe gegenwärtig die Totalität aller Vorräthe bildet;
weil der größte Theil aller Pulverfabriken nach demselben Systeme eingerichtet ist, und diese so viel Pulver liefern können, als der Dienst irgend erfordert;
weil die Wirkung dieses Pulvers bei den Feuerwaffen aller Art durch langjährigen Gebrauch bekannt ist.

Dagegen ist das Pulver von Esquerdes das Product einer neuen wenig ausgedehnten Fabrikation, seine Wirkung in den Geschützen und namentlich auf die Dauer derselben, ist noch nicht bekannt, so daß man dasselbe bis jetzt noch nicht als Kriegspulver betrachten kann.

Nachdem man sich für das Pulver von Maromme entschieden hatte, setzte man die Ladung für das Infanterie- und Voltigeurgewehr auf 10,52 Grammes fest ($\frac{1}{18}$ Loth), so daß 1 Kilogr. Pulver 95 Patronen giebt. Von dieser Ladung ist 1 Gr. für das Aufschütten veranschlagt, und der Rest von 0,50 Gr. für Verschlechterung des Pulvers und Verschütten, endlich 0,02 Gramme zur Vereinfachung der Rechnung.

Nach ähnlichen Rücksichten ist die Ladung festgestellt für das Artilleriegewehr zu 7,93 Grammes (etwa $\frac{2}{3}$ Loth), so daß 1 Kilogr. 126 Patronen giebt;
den Carabiner und die Pistolen 5,25 Grammes ($\frac{2}{5}$ Loth), also halb so stark wie die Ladung des Infanteriegewehrs, in 190 Patronen pro Kilogramme.

Hierbei dürfte noch zu erwähnen sein, daß alle genannten Waffen einerlei Kaliber haben, daß im Felde nur Infanterie-Patronen mitgeführt werden, und daß man von diesen beim Art.-Gewehr ¼, bei den Carabinern und Pistolen die Hälfte der Ladung wegschütten soll, dann wie gewöhnlich die Pfannen zu füllen und den Rest in den Lauf zu bringen hat.

Nachdem die Ladung für das Infanteriegewehr in der angegebenen Art von 11,20 auf 9,52 Gr., also etwa in dem Verhältniß von 118 : 100 herabgesetzt war, sollte schließlich noch ermittelt werden, welchen Einfluß auf die Verminderung der Ladung einerseits die Beschaffenheit des Pulvers und andererseits die Vergrößerung des Durchmessers der Kugel oder die Verminderung des Spielraums haben dürfte.

Man schoß daher mit dem Gewehrpendel mit dem Pulver von Maromme, einer Ladung gleich der des alten Geschützpulvers und Kugeln 20 auf das Pfund, und andererseits mit dem alten Geschützpulver der Ladung von 9½ Gr. und der Kugel von 7‴ 3‴‴.

Die Versuche ergaben, daß man bei Kugeln 20 auf das Pfund 10¼ Gr. Pulver von Maromme bedarf, um denselben Effect wie mit der alten Ladung zu erhalten, daß dagegen bei Kugeln von 7‴ 3‴‴ 10 Gr. von dem alten Pulver denselben Effect hervorbrachten, wie 9½ Gr. Pulver von Maromme. Die Beschaffenheit des Pulvers von Maromme gestattet daher nur, die frühere Ladung von 11,20 Gr. auf 10¼ Gr. zu vermindern, während die Vergrößerung des Durchmessers der Kugeln es gestattet, die alte Ladung von 10,20 Gr. auf 10 Gr. herabzusetzen, um einen Effect hervorzubringen, der dem einer Ladung von 9,50 Gr. Pulver von Maromme, also einem Effect gleichkommt, der selbst größer ist, als mit der alten Ladung und Kugeln 20 auf das Pfund; wenn man bei Anwendung des Pulvers von Maromme und einer Kugel von 7‴ 3‴‴ die Ladung um 18 pCt. vermindern kann, so kommen davon 12 pCt. auf Rechnung der Verminderung des Spielraums und nur 6 pCt. auf Rechnung des neuen Pulvers.

In Bezug auf die Mittel zur Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Treffens wurde durch Versuche in dem Lager von St. Omer ermittelt: daß es vortheilhaft sei, den Gewehren ein Visir zu geben, und wurde

die Visirschußweite bei den Gewehren wie Carabinern auf 150 Metres (etwa 200 Schritt) festgestellt. Das Visir steht auf der Schwanzschraube. Die Pistolen erhalten kein Visir sowie kein Korn.

Es wurden neue Vorschriften festgestellt, nach welchen man nach Maaßgabe der Entfernung des Zieles über oder unter den Treffpunkt zu zielen hat. Da dieselben von der Einrichtung der Gewehre abhängig sind, so hat ihre specielle Mittheilung für uns keinen Werth, und es dürfte nur zu erwähnen sein, daß man als Treffpunkt die Mitte des Körpers gewählt hat, wodurch es zulässig wird, selbst bei den größten Entfernungen, auf welchen man noch mit einiger Sicherheit schießen darf, stets einen Theil des Körpers des Feindes zum Zielpunkt zu nehmen, während man bei einer geringen Visirschußweite sonst genöthigt ist, um den Gegner auf größeren Entfernungen zu treffen, den Zielpunkt über dem Kopfe desselben zu nehmen, daß die Grenzen der Schußweiten, auf denen noch einige Wahrscheinlichkeit des Treffens stattfindet, festgestellt sind:

für den Carabiner auf 175 Metres, etwa 233 Schritt;
für die Pistolen auf 50 M., etwa 67 Schr.;
für das Gewehr 200 M., etwa 267 Schr.; auf dieser Entfernung traf beim eingespannten Gewehr kaum $\frac{1}{5}$ der Kugeln die Scheibe.

Das Korn, aus Messing gefertigt, steht auf einer Basis von Eisen, um die baldige Abnutzung zu verhindern.

XIII.

Zur Geschichte der reitenden und fahrenden Artillerie.

Wenn wir sehen, wie man sehr bald nach Erfindung des Pulvergeschützes auch die Reiterei einer möglichst großen Feuerwirkung dadurch theilhaftig zu machen suchte, daß man sie zum Theil mit langen Röhren bewaffnete, und als auch dies noch nicht ausreichend befunden ward, ganze Haufen von Fußvolk zu Pferde setzte, und vereint mit der Cavallerie fechten ließ, so scheint es fast zu verwundern, daß man nicht gleich auch auf den Gedanken kam, in ähnlicher Weise einen Theil der Artillerie zu verwenden, und für diesen Zweck beritten zu machen. Mindestens muß es befremden, daß man auch nicht bei einem einzigen der sonst an allerlei oft sehr abentheuerlichen Erfindungen und Vorschlägen so reichen älteren Schriftsteller über die Artillerie nur das Mindeste antrifft, was einer solchen Idee auch nur entfernt entspräche. Das Zunächstliegende wird zwar häufig am ersten übersehen, indessen scheint es doch, als ob im vorliegenden Fall der Grund in andern Verhältnissen gesucht werden müßte. Man könnte sagen, daß Geschütz sei anfangs zu schwer und unbehülflich gewesen, um den raschen Bewegungen der Reiterei folgen zu können; allein einmal waren die mit ins Feld geführten Kaliber selbst in den frühesten Zeiten ihrem Gewichte nach im Ganzen wenig von den noch jetzt

üblichen verschieden, häufig sogar viel leichter, und dann geschahen wie bekannt bis zum Anfange des 18ten Jahrhunderts alle Bewegungen der Cavallerie in keiner stärkern Gangart als im Trabe. Nichts desto weniger standen sich Cavallerie und Artillerie rücksichtlich ihrer Bewegungsfähigkeit durchaus gegenüber; dies lag aber, wie schon gesagt, weniger in der Unbehülflichkeit der Maschine, als in der höchst umständlichen und zeitraubenden Manipulation des groben Geschützes, zu dessen Bedienung keineswegs wie jetzt ein geregeltes Ineinandergreifen der einzelnen Kräfte stattfand, sondern wo jedes Stück einem Schützen übergeben war, der dasselbe in ähnlicher Art besorgte und abschoß, wie der Fußknecht seine Muskete, nur daß ihm dabei, je nach der Größe desselben, mehr oder weniger Gehülfen zur Hand gingen. Wenn ein Treffen geliefert werden sollte, so wurden die Geschütze vor der Front des Heeres aufgefahren, die Pferde abgespannt und an einen sichern Ort zurückgebracht. Nach längerem oder kürzerem Feuer rückten dann die übrigen Truppen zum Nahgefecht und Handgemenge vor; die Artillerie aber erwartete entweder in der von ihr genommenen Stellung den Ausgang, oder ließ in seltenen Fällen, wenn die Entfernung zum Vorführen des Geschützes durch Menschenkräfte zu groß war, die Bespannung herbeikommen, um abermals vor den haltengebliebenen Schlachthaufen sich aufzustellen. Von größeren Bewegungen während des Gefechts, von einem Manövriren war somit wenig oder gar nicht die Rede, weshalb denn auch die Bespannung hierfür gar nicht berechnet und nur gerade hinreichend war, um die Geschütze auf dem Marsch über Feld zu schleppen, wozu denn auch häufig nicht einmal Pferde, sondern (wie namentlich in Italien) Ochsen gebraucht wurden. Die Cavallerie konnte folglich damals von einer besonders mit ihr verbundenen Artillerie, selbst wenn diese stärker bespannt gewesen wäre, keinen wesentlichen Nutzen ziehen. Aber sie bedurfte einer solchen auch nicht, denn gewöhnlich in gleicher Höhe mit dem Fußvolk zum Angriff vorrückend waren ihre Bewegungen auf dem Schlachtfelde bis zur Zeit des siebenjährigen Krieges in der Regel eben so wenig besonders räumlich als rasch, und ein Manövriren in unserem Sinne fand auch bei ihr nur in einem sehr geringen Grade statt. Wenn sie also in den Fall kam, getrennt von der Infanterie agiren zu müssen, und die Umstände die Zugabe von einigen

Geschützen nöthig oder nützlich erscheinen ließen, so konnte sie sehr wohl mit der gewöhnlichen Artillerie ausreichen. Waren dabei weite Strecken und in kurzer Zeit zurückzulegen, so mußte natürlich die Bespannung verstärkt, und die Bedienungsmannschaft (mit Ausschluß der Büchsenmeister, die wenigstens bis zum dreißigjährigen Kriege schon permanent beritten waren) bis zu dem Ort ihrer Bestimmung zu Pferde oder zu Wagen fortgeschafft werden. Daß diese Fälle sehr selten vorkamen, und mithin die Einrichtung einer speciell für diesen Zweck bestimmten Artillerie nicht gerechtfertigt haben würden, beweisen die wenigen Beispiele, welche gewöhnlich angeführt werden, um die Anwendung der reitenden Artillerie noch vor dem siebenjährigen Kriege darzuthun. Möglich war eine reitende Artillerie erst nach Erfindung des Geschwindschießens (Cartuschen, Schlagröhren), nöthig erst bei eintretender größerer Manövrirfähigkeit der Truppen, insbesondere der Cavallerie, und bei einem ausgedehnteren Gebrauch der Reserven, wie dies Alles erst die neuere Zeit zu Tage gefördert hat.

Bekanntlich war Friedrich der Große der erste, welcher im siebenjährigen Kriege Gebrauch von der reitenden Artillerie machte. Indessen hatte man schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts hin und wieder darauf hingewiesen, und in verschiedenen Staaten Einrichtungen getroffen, die der späteren reitenden Artillerie ziemlich nahe kamen. So hatten kurz vor dem siebenjährigen Kriege die Russen in ihren Feldzügen gegen die Türken bei jedem Dragoner-Regiment 2 Einhörner, und in Sachsen gab es um dieselbe Zeit Dragonerstücke mit Gabelbaumlaffeten, deren Bedienung beritten war. Ueberhaupt scheint das Institut der Dragoner die erste Veranlassung zur Einführung der reitenden Artillerie gegeben zu haben, indem man den Nutzen, welche beritten gemachte Infanterie gewährte, durch eine analoge Einrichtung auch von der Artillerie erzielen zu können glaubte*). Dies geht namentlich aus einem Organisations-Entwurf hervor, welcher unter den Papieren des im Jahre 1733 in Coblenz arretirten

*) Selbst nach Beendigung des 7jährigen Krieges war die reitende Artillerie noch eine Zeitlang den Dragonern attachirt.

holsteinischen Generals Steenflycht*) gefunden wurde, und den wir hier als ein für die Geschichte der Artillerie nicht unwichtiges Aktenstück (indem unsers Wissens von einer ähnlichen Idee aus diesem Zeitabschnitt bis jetzt nichts bekannt geworden ist) wörtlich nach der durch einen geschworenen Notar genommenen, im Königl. Provincial-Archiv zu Coblenz befindlichen Abschrift mittheilen.

Von einem Regiment Dragoner werden zwei Compagnien zur Artillerie gebraucht auf folgende Arth und Weiße.

1) Es werden sechszehn sechspfündige Canons, zu jeder Compagnie acht Canons, nach der bequembsten Methode zum geschwinden Schießen aptiret, undt wie jede Compagnie im Regiment allezeith accurat abgetheilet ist in 4 Flügeltrouppen oder Ploutons, so hat jeder Plouton von diesen beiden Compagnien seine zwei Canons, als N. 1. 2. 3. 4 als erster, ander, dritter und vierter Plouton, wann nemblich das Regiment in ein Treffen oder Linie rangiret zu stehen kombt. Solte aber auch das Regiment in zwei Treffen oder Linien rangiret werden, oder sonsten die Beschaffenheit des orths oder Attaque erfordern, können dieße 16 Kanons in 4 Divisions getheilt werden, als in jeder Divisions 4 Canons.

2) Bei jeder Canon seynd 14 Dragoner mit ihren 14 Pferden, und jede Canon von 8 Pferden gezogen, die andern marchiren Knie an Knie. Wann zur Attaque geht, sitzen sechs Dragoner ab, und zwey bleiben auf den vordersten zwey pferden sitzen, und die pferde von denen sechs abgesessenen Dragoner werden geführt und regiert von den nächsten sechs Knie-Kameraden, und wann mit der Canon fewer gegeben werden soll, schließen sie sich auf rechts und links.

---

*) Derselbe hielt sich im August 1733 mehrere Wochen lang unter dem Namen eines Hamburger Patriziers Meyer in Coblenz auf. Er erregte durch sein häufiges Spazierengehen in der Nähe der Festungswerke den Verdacht des Spionirens, ward arretirt und später unter dem Namen eines Oberstlieutenants Neumann in einer verschlossenen Kutsche mit militairischer Escorte nach Frankfurt gebracht, und daselbst dem kais. Gesandten Grafen Kufstein ausgeliefert.

3) Die sechs abgesessenen Dragoner haben diese Verrichtung, daß sie sogleich werffen ihre Musquetten in den Riehmen über den Ruckhen. 1) Einer davon richtet die Canon, so auf schrauben lieget, und aptiret ist, daß man vorwerths, rechts und links die Canon richten, ziehlen und abfewern kann. 2) Der andere ist zur Abfeurung und Anzündung bereit. 3) Der dritte hat die Carthusch in seine Hände, und stecket sie in die Mündung. 4) Der Vierte stohßet die Carthusch hinunter. 5) Der Fünfte stecket das Brandtrohr ins Zündloch und schlägt es ein. 6) Der sechste hohlet von dem hinter die Canon immer folgende Ammunitionswagen nöthige Schießmaterialien, und giebt es ahn N. 3.

Wann also bey jeder Canon vierzehn Dragoner und vierzehn pferde nöthig erachtet werden, macht es bey acht Kanons und jeder Compagnie 112 pferde, und ebensoviel Dragoner.

4) Darzu kommen bey jeder Compagnie acht sogenannte Frey Dragoner, die haben gezogene gewähr oder geriffelte Musquetten, die weit und scharff schießen, und bey allen gelegenheiten nützlich gebraucht werden können, welche bei einem Regiment von 12 Compagnieen 96 Mann ausmachen, und als freywillige ahngesehen werden können; und da bey diese beyde Compagnien weder Fahnen noch Fähndrichs anzutreffen, können ahnstatt dessen bey jeder Compagnie zwey Lieutenante seyn.

Jede Compagnie hat seinen Capitaine, beyde Capitainen aber werden von einem Major commandiret.

5) Wenn die Freydragoner zusammengezogen werden, können sie commandirt werden von dem Capitain von des Majoren Compagnie.

6) Bey jeder Canon soll ein Ammunitionswagen seyn, darzu vier pferde und ein Wagenknecht, thun zusammen 16 Wagenknechte und 64 pferde.

Da nun dieses Dragoner-Regiment in sich begreifft Cavallerie, Infanterie und Artillerie, kann es desto mehrere und nützlichere Dienste im Felde gegen den Feind in Bataillen und auff partheyen thun, weil

es weder von der Cavallerie, Infanterie oder Artillerie hülffe zu begehren nöthig hat, wo es sonsten vom Feinde nicht gar sehr übermannet werden sollte.

Statt der reitenden Artillerie wurde, wie bekannt, im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts, hauptsächlich wohl zur Ersparung von Menschen und Pferden, in einzelnen Staaten die fahrende Artillerie eingeführt. Von einer Art dieser letztern finden sich schon in älteren Zeiten Spuren. Der Graf Reinhard von Solms nämlich giebt in seinem Kriegsbuch*) einen Wagen an, der mit Doppelhaken bewaffnet und vorzüglich zu schnellen Bewegungen gebraucht werden soll, und den er auf folgende Art beschreibt:

„Ein Wagen zu den Doppelhacken-Büchsen, mit Schirmen darauf, daß wenn einer darauf rennet, daß er die Schützen nit langen mag und sie stehen khunten an den Pürxen; und daß sie also zu beiden Seiten ain Bretten haben, ist derhalb, daß man im Fahren die Pürxen darauf legen kann, und wenn das sich etwan zutragen würde, daß man eilendt mit den Wagen wollt neben einen Zug ziehen, auf ein Vortheil oder was das wär, so können die Schützen auch mit den Pürxen darauf sitzen und mit von statt kommen; und zwischen den Rädern auf den Achsen sollen zwei Kästlein seyn, darin der Zeug, Pulver, Kugeln und andere ihre Rüstung einliegend verwahrt und trucken sey."

Wenn wir dem Olaus Magnus**) Glauben schenken wollen, so war im 16ten Jahrhundert bei den Schweden und Norwegern eine ähnliche Art Wagen wirklich in Gebrauch. Er beschreibt dieselben im 12ten Capitel seiner Geschichte der Nordischen Völker, und Fronsperger giebt in seinem Kriegsbuch folgende Uebersetzung davon:

---

*) In der in der fürstlichen Hof-Bibliothek zu Darmstadt befindlichen Handschrift, die zwar nur einige Abschnitte enthält, welche aber zum Theil viel weiter ausgeführt und mit zahlreicheren Holzschnitten (vom Jahr 1544) versehen sind, als das in Trier befindliche gedruckte Exemplar.

**) Ol. Magnus Historia gentium septentrional. Basel 1567. fol.

„Auf andere Art und Weg hat man Büchsen in diesen Landen, die werden gebraucht, wenn sie eine Schlacht thun wollen, damit sie noch gewaltiger gegen den Feind desto baß gerüstet und desto füglicher Widerstand können und mögen thun, die führen sie auf Wägen; die Fuhrleute, die zu diesen Büchsen gehören, haben gleich wie andere Befehlshaber oder Kriegsleute ihren Harnisch an, desgleichen bedecken sie die Roß vorn zu am Hals und hinten auf den Rucken mit ledern Brust und Ruckdecken, damit sie nicht leichtlich verwundet werden. Es werden aber zu einer jeden solchen Büchsen vier oder auch mehr fürnehmer und wohlerfahrener Kriegsleute auf beiden Seiten dazugeordnet, die schon dann sammt den Fuhrleuten auf ihren Vortheil, und wenn sie vermeinen, daß sie dem Feind einen Abbruch damit thun könnten, lassen sie die Büchsen abgehen, damit wenn der Feinde Schlachtordnung etwan vorn oder in der Mitte getrennt ist, der reisige Zeug desto besser könne einbrechen."

Hiernach hätte sich auf jedem Wagen nur eine Büchse befunden; allein sowohl nach dem Holzschnitt als nach dem Text des Originals lagen mehrere Feuerröhren darauf, die nach beiden Seiten hin abgefeuert werden konnten. Die Wagen sollten überhaupt als fahrbare Festen (currulia castra) dienen, und in solchen Zwischenräumen vor der Schlachtlinie aufgestellt werden, wie etwa die Thürme vor der Mauer.

Die fahrende Artillerie (Cavallerie-Geschütz) wurde zuerst in der Oesterreichischen Armee i. J. 1778 eingeführt, und das Exercier-Reglement für dieselbe im nämlichen Jahre im Cantonnirungsquartier zu Königstadel in Böhmen von einer Commission von Artillerie-Officieren unter Vorsitz des Feldmarschall-Lieutenants Bar. v. Rouvroy*) entworfen. Es verbreitet sich vorzugsweise über die Art des Auf- und Absitzens der einzelnen Nummern auf die Wurst und auf das Vorderhand- (Riem-) Pferd, welches letztere zum Transport von Nr. 6 bei

*) Derselbe gab im folgenden Jahre ebendaselbst eine „Instruction für das mit dem Feldgeschütz bei den Regimentern eingetheilte Artillerie-Personale, wenn das Geschütz mit dem Schlepppferd versehen" heraus, woran es, wie darin gesagt wird, bis dahin fehlte.

der Kanone oder des Bombardiers bei der Haubitze (der späterhin jedoch gleich dem geschützführenden Unterofficier beritten gemacht wurde) bestimmt war. Von den Bewegungen werden nur die allereinfachsten, nämlich der Frontmarsch vor- und rückwärts und die Schwenkungen rechts und links abgehandelt. Von den 6pfündigen Röhren, die zum Cavallerie-Geschütz ausgewählt wurden, schnitt man (nach Unterberger) die Trauben ab, um mehr Raum für die Wurst zu gewinnen.

Toll,
Lieut. in der 8ten Art.-Brig.

XIII.

Nachtrag
zur
Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Vom Major Slevogt.

(Fortsetzung.)

1633. Bei Oldendorp in Westphalen haben die Schweden 15 Feldgeschütze auf dem linken Flügel, 10 auf dem rechten, 17 schwere Geschütze im Centrum, die Kaiserlichen 13 schwere im Centrum und 16 auf jedem Flügel. Letztere verlieren 13 Geschütze. (Gualdo.)

1634. Die Schweden verlieren bei Nördlingen ihre sämmtliche Artillerie. (Gualdo.)

1635. Prinz Thomas von Savoyen verliert in der Schlacht bei Avein im Lüttichschen 40 Kanonen. (Zeil.) — Die Kaiserlichen sprengen ein Thor von Philippsburg mittelst der Petarde. (Gualdo.)

1635. Literatur.

John Babington. Pyrotechny. London 1635.

1636. Ludwig XIII. belagert Dôle mit 20,000 M. und 30 Geschützen. (Hist. milit.)

1636. Literatur.

Krüger. Paralella horoscopa seu de directione tormentorum. Vilnae 1636.

1637. Die Franzosen beschießen Landrecies aus 8 Batterien. (Zeit.)
Literatur:

1. **Douet. Discours sur les machines des victoires et des conquêtes. Paris 1637.**
2. **Naudé. Syntagma de studio militari. Ad illustrissimum juvenem Ludovicum ex comitibus Guidiis a Balneo. Romae 1637.** Das 3te Buch dieses Werkes handelt von der Bewegung geworfener Körper. Die Erfindung der sogenannten ledernen Kanonen wird darin einem Genueser, Namens Marino de Marinis, zugeschrieben.

1638. Bei Wittenweier unweit Breisach erobern die Franzosen das Geschütz des österreichischen linken Flügels, und der siegreiche österreichische rechte Flügel das des französischen linken. Beide Theile beschießen sich mit den eroberten Kanonen. (Zeit.) — Die Franzosen errichten zur Beschießung der spanischen Quartiere bei Vercelli einen hohen Cavalier und besetzen ihn mit 44 Geschützen. (Gualdo.)

1640. In der Schlacht von Casale verlieren die Spanier 12 Kanonen, 16 Mörser und alle ihre Munition. (Hist. mil.)
Literatur:

1) **Il Capitano d'artigleria 1640. — Auszug im Archiv VIII. pag. 166.**
2) **Monaci** (in italien. Sprache. Titel unbekannt). Sammlung von Instructionen für die Bombardiere. 1640.
3) **Davison. Philosophia pyrotechnica. Paris 1640.**

1641. Carl I. von England nimmt den Parlaments-Truppen in der Schlacht bei London 12 Kanonen ab. (Bisocc.)
Literatur:

1) **Claesz van Utrecht (Wilh.). Arithmetrische en geometrische practike der Bosshieterye. Rotterdam 1641. 1659.** Auszug im Handb. pag. 64.
2) **Toricelli. De motu gravium et naturaliter projectorum. Florentiae. 1641.**
3) **Lazzaro de la Isla. Breve trattado da arte de artilleria. Lisboa 1642.**

4) **Galeazzo Gualdo Priorato. Maneggio dell' armi moderno. Vicenza 1642.**

5) **Munno** (in spanischer Sprache). Einleitung zum Gebrauch der Artillerie. 1642.

6) **Firnfino** (in spanischer Sprache). Der vollkommene Artillerist. 1642.

1643. Bei der Belagerung von Thionville beschießen die Franzosen die Werke aus 24 Geschützen. Die Spanier fallen oft aus, ersteigen die Batterien durch die Schießscharten und vernageln die Geschütze. **(Hist. mil.)**

1644. Cromwell nimmt den Königlichen in der Schlacht bei York alle ihre Artillerie ab. (Bisocc.)

Literatur:

1) **Thomas de Cerda. Lecciones de artilleria; en Madrid 1644. Barcelona 1764.**

2) **Mersenne. Balistica et acontismologia, in qua sagittarum, jaculorum et aliorum missilium jactus et robur explicatur. Parisiis 1644.**

1645. In der Schlacht von Naseby nimmt der König den Truppen des Parlaments 4 Kanonen, welche jedoch von Cromwell zurückerobert werden. (Bisocc.) (Nach Zeil waren es 6 Kanonen.) In der zweiten Schlacht von Nördlingen oder Allersheim verlieren die anfangs siegreichen Baiern nach Mercy's Tod ihre sämmtliche Artillerie, 15 Geschütze, welche auf dem einen Flügel standen. **(Hist. mil.)**

Literatur:

1646. **Eldred. The gunners glass. London 1646.**

1647. Condé kann Lerida nicht nehmen, weil der Cardinal Mazarin aus Cheiz keine schwere Artillerie sendet. **(Hist. milit.)**

1648. In der Schlacht von Cremona nehmen die Franz. den Spaniern ihre sämmtliche Artillerie ab. **(Hist. milit.)** In der Schlacht von Dunbar erobert Crownwell 32 Kanonen. Seine Armee besteht aus 12 Regimentern Infanterie, 14 Regimentern Cavallerie und 16 Geschützen. (Bisocc.) In der Schlacht bei Lens beträgt die Stärke der Spanier 18000 Mann und 38 Geschütze. Condé schlägt sie mit Verlust ihrer sämmtlichen

Artillerie. (Hist. mil.) (Zeil.) Die franz. Artillerie marschirt in dieser Schlacht vor dem ersten Treffen und bereitet den Angriff vor. (Zeil.)

Literatur:

1650. 1) **Malthe** (oder Malthus). **Pratique da la guerre, contenant l'usage de l'artillerie, bombes et mortiers. Paris 1659, 1668, 1681.**

2) **Casimir Simienovicz. Ars magnae artilleriae. Amstelodami 1650.** Franz. Uebersetzung Amsterdam 1651, desgl. von Noiset Frankfurt 1676, deutsch von Daniel Elrich Frankfurt 1676, engl. von Shelvoke: **Art of artillery, including a treatise of fireworks. London 1729.** Auszug Handbuch sub 1649.

1652. Die Franzosen setzen in dieses Jahr die Erfindung der Richtschrauben. (le Bourg.)

Literatur 1652.

Louis de Gaya. L'art de la guerre et la manière dont on la fait à présent, ou l'on voit les fonctions de tous les officiers de cavallerie, d'infanterie, d'artillerie et de vivres, depuis le général jusqu'au simple soldat. 1652. Engl. Uebersetzung 1670.

1653. In der Schlacht von la Roquette haben die Franzosen nur 2 schlechte Feldstücke, von deren einem die Lafette bei den ersten Schüssen zerbricht, während das andere nicht viel mehr Dienste thut. Die Schweizer müssen aus Mangel an Kugeln gegen das Ende des Gefechts die Knöpfe ihrer Kleider in die Gewehre laden. (Zeil.)

Literatur.

1654. **de Bado Anreo (Joh.). Tractatus de armis editione Eduardi Bissaei. Londini 1654.**

1656. Die Preußischen Truppen in der Schlacht von Warschau bestehen aus 44 Fahnen Fußvolks, 30 Escadrons und 30 Geschützen. (Preuß. Stammliste.)

Literatur:

Georg Schreiber (Zeugwärter in Brieg). **Büchsenmeister-Diskurs, sammt einem wohlbestellten Feuerwerks-La-**

boratorium. Brieg 1656, 1657, 1662. Auszug Handbuch pag. 69.

1657. 1) Georg Schreiber. Künstliche Feuerwerke nebst Anleitung zur Artillerie. Oels 1657.

2) Chevillard. L'oeil du canon ou la mire française. 1657.

3) Sylvius, Herzog von Würtemberg und Teck, auch Oels ꝛc. Unterschiedene neue Arten von Feuerwerk. Oels 1657. (Der Herzog sagt selbst, er sei nicht der Verfasser.

1658. In der Schlacht in den Dünen stellt Türenne in das erste Treffen 10 Bataillons und 28 Escadrons, in das zweite 6 Bataillons und 20 Escadrons, die Artillerie vor die Front des ersten Treffens, die Cavallerie auf die Flügel. (Hist. mil.)

Literatur.

Starkey (G.) Pyrotechny. London 1658. Deutsch und und lateinisch 1711. Deutsch außerdem von van Etten 1674 und 1715.

1660. 1) Praxis artilleriae pyrotechnicae, oder vollkommene Anweisung, wie Raketen, Feuer- und Wasser-Sturmkegel, Granaten, Pechkränze und Feuerwerke zu bereiten, sammt gründlicher Anweisung zur Artillerie. Osnabrück 1660.

2) Mallet (oder Albain) Manesson. Les travaux de Mars. Paris 1660, 1685, 1685. Deutsche Uebersetzung von Zeesen, desgl. eine holländische.

1661. 1) Malthus. Le parfait canonier. Londres 1661. Auch englisch: The compleat canoneer, shewing the principles and grounds of the art of gunnery. London 1661.

2) Nathan Nye. The art of gunnery. London 1661, 1664, 1670.

1664. In der Schlacht bei St. Gotthard an der Raab tödtet die kaiserliche Infanterie durch ihr Feuer viele Artilleristen von den jenseits des Flusses stehenden türkischen Batterien, ein Theil der Infanterie schwimmt sogar durch den Strom und vernagelt die Kanonen oder wirft sie ins Wasser. (Zeil.)

Literatur.

Moretti. Trattato dell' Artigleria. Brescia 1672. Zugleich franz. Ueberſetzung 1664. Auszug im Archiv VIII.

1666. 1) Georg Schreiber. Beſchreibung einer neuen und zuvor noch nie ausgegangenen Büchſenmeiſtererei. Breslau 1666.

2) Bericht vom Geſchütz. Breslau 1666.

1667. 1) **Robert Anderson. Genuine use and effects of the guns as well experimentally as mathematically, with exact tables of projection. london 1667, 1674.**

2) **Rob. Moray. Experiments for improving the art of gunnery, to find out the point blanc, distance, the quantity of powder for the juste charge etc. London 1667.**

1669. Bei einem ſiegreichen Ausfall aus Candia werden zwei türkiſche Werke erobert; es fliegen dabei 130 Centner türkiſches Pulver auf und verurſachen den Chriſten einen empfindlichen Verluſt an Officieren nnd Mannſchaft. (Zeil.)

Literatur.

1) Artillerie und Zeugwartung. Heidelberg 1669.

2) **Laboratorium militare.** Kriegsbuch, darin beſchrieben, wie nicht allein alle Materialien, ſo zu einem Zeughaus gehören, unterhalten werden, ſondern auch von Zubereitung der Ernſtfeuer, ſammt Maſchinen von Brech- und Hebezeugen u. ſ. w. Heidelberg 1669. (Soll aus dem sub 1669 angeführten Werke von Ammon entnommen ſein.)

3) Coehorn. Artillerie und Arſenale. 1669.

1671. 1) **Joh. Sigism. Kästner** (Däniſcher Artillerie-Fähnrich). **Vostibulum pyrotechniae, sive compedium artilleriae;** d. i. Anleitung zur Artillerie-Kunſt. Frankfurt 1671. — 1679 unter dem Titel: Kurzgefaßte Anleitung zur Artillerie-kunſt. Frankfurt 1679.

2) Gamboa (in ſpaniſcher Sprache). Militairiſche Betrachtungen über den Gebrauch der Artillerie und die Kenntniß der Metalle. 1671.

3) **D. M. Pyrotechnia. — Konstige Vyerwerken. Amsterdam 1671, 1673.**

1671. Louis XIV. errichtet in d. J. das Régiment des füsiliers du Roi, zum Dienst der Artillerie bestimmt (vgl. Handbuch). Es ist aus 4 Compagnien formirt die erste bestehend aus Kanonieren, die zweite aus Sappeurs, die dritte und vierte aus Handwerkern. Es bekam seinen Namen davon, daß es das erste in Frankreich mit Flinten bewaffnete Regiment war. (le Bourg.)

1672. Das franz. Füsilier-Regiment wird um 22 Compagnien vermehrt. Es bildet 2 Bats., jedes von 1 Grenadier- und 12 Füsilier-Compagnien. (le Bourg.) — Bei der Belagerung von Kaminiez sprengt ein polnischer Artillerieofficier, der mit der abgeschlossenen Capitulation nicht einverstanden ist, im Augenblick des Einrückens der Türken einen als Pulvermagazin dienenden Thurm, und vernichtet dadurch eine Menge Türken und Polen. (Zeil.)

Literatur.

1) **Ulrich v. Cranach** (weiland Oberst und General-Ingenieur). **Deliciae Cranachianae**, oder rare und kunstreiche Kriegs-Inventions. Hamburg 1672. — Holländ. Uebersetzung. 1672.

2) Pyrotechnie. Rotterdam 1672. (In holländ. Sprache.)

3) **Manuel des bombardiers ou recueil d'avertissements les plus necessaires pour bien tirer les mortierus 1672.** Davon 1678 eine italienische Uebersetzung: **Manualetto de' bombisti ovvero ristritto delle avertenze le più necessarice per ben maneggiare i mortari. Venezia.**

1673. Vauban wendet vor Mastricht zum erstenmal die Parallelen an, welche bei der Belagerung von Candia durch die Türken erfunden sein sollen. (Hist. mil.)

1674. Bei der Vertheidigung von Grave durch die Franzosen unter Chamilly fliegt einem Kanonier beim Abfeuern der Luntenstock aus der Hand, und zündet 11 in der Nähe stehende Tonnen Pulver. Alle in der Nähe stehenden Lafferen werden zertrümmert und 12 bis 15 Artilleristen verwundet. Die Holländer schießen gegen Grave mit vieler Wirkung glühende Kugeln und Karkassen, welche mit kleinen Stücken Flintenlauf armirt sind.

Sie beunruhigen außerdem die Besatzung sehr durch die Cohornschen Mörser. (Schneller.) — Um Besançon zu beschießen ziehen die Franzosen mittelst Kraniche und Ketten 40 schwere Geschütze auf eine dominirende Höhe. (Hist. mil.)

Literatur.

1) van Etten. Mathematical recreations, containing an account of atificial fireworks. London 1674.

2) Cl. Fr. Milliet de Chales. Pyrotechnia 1674.

1675. Nach der preußischen Stammliste haben die Brandenburger bei Fehrbellin 12 Geschütze.

Literatur.

1) Huygens and Papin. Promiscuous experiments made in the airpump by M. Huygens and M. Papin touching gunpowder and the way of discovering the quantity of air contained therein together with its degree of compression in that body. (In den Philosophical transactions vom Jahr 1675.) Franz. 1706.

2) Delafontaine Devoirs des officiers d'artillerie. Paris 1675.

1676. 1) Thom. Leonh. Beeren. Vollkommene Geschütz-, Feuerwerk- und Büchsenmeisterkunst. Frankfurt 1676.

2) Elrich. Feuerwerks- und Artilleriekunst. Frankfurt 1676. (Ist ein neuer zu Simienovicz (siehe 1650) hinzugefügter Theil.

1677. Louis XIV. errichtet zu dem Füsilier-Regiment (siehe 1671, 72) vier neue Bataillons, jedes von 15 Comp. (le Bourg.)

Literatur.

Marx Eisenkrämer von Bissigheim. Kurzer Unterricht für die Konstabels. Ulm 1677.

1678. Der franz. Admiral Duquesne schießt mit seinen Galliotten-Mörsern Algier, Tunis und Triplis in Brand. (Hist. mil.)

1679. Louis XIV. errichtet eine Comp. Mineurs. (le Bourg.)

Literatur.

1679. 1) M. Eisenkrämer. Wissenschaft und Verrichtung eines Büchsenmeisters. Ulm 1679.

2) Dietrich (Bürger und Konstabel in Nürnberg). Gespräch von der Büchsenmeisterkunst, darinnen zu finden, was einem gemeinem Konstabel zu wissen nöthig, nämlich von Batterien, Marschiren, Schießen, Laden, Richten und Werfen. Nürnberg 1679.

3) de Mestre. (A. C.) Traité physique des corps compositifs, agents et passifs dans l'artillerie. 1679. (In demselben Jahre eine deutsche Uebers. davon.)

1680. 1) Augustin. Lust-, Lust- und Kriegsfeuerwerk. Ulm 1680.

2) Medrano. El pratico artillero. 1680. Auszug Handbuch pag. 78.

3) Wolf August Mayer. Lust-, Lust- und Feuerwerkskunst. Ulm 1680.

1681. Troez Nelson Brink. Beshrywinge van de Artillerie. Gravenshaag 1681, 1692.

1682. 1) Siegm. Buchner. Theoria et praxis artilleriae oder Beschreibung der bei jetziger Zeit gebräuchlichen Artillerie. 3 Bände. Nürnberg 1682 — 85.

2) Ernst Braun. Novissimum fundamentum et praxis artilleriae. Danzig 1682 — 1687.

1683. Ein Graf v. Kielmannsegge legt in Wien während der Belagerung eine Pulvermühle an, und läßt thönerne Handgranaten fertigen, welche gute Dienste thun. (Zeil.) — Der ausrükkende Stand des kaiserlichen Heeres gegen die Türken im Lager bei Kittsee unweit Presburg beträgt 33000 Mann mit 90 Geschützen. (Kausler.)

Literatur.

1) Moore. General treatise of artillery. London 1683.

2) Blondel. L'art de jetter les bombes. Paris 1683. à la Haye 1683. Amsterdam 1690 und 1698. Deutsch Sulzbach 1686.

3) Michael Miethen. Artilleriae recentior praxis, oder neue Geschützbeschreibung. Frankfurt und Leipzig 1683 — 1684. Dresden 1705, 1736. Ausz. im Handb. pag. 80.

1684. Louis XIV. errichtet zu den vorhandenen 2 Bombardier-Compagnien 10 neue, und formirt daraus das Bombardier-Regi-

ment, welches 1686 noch um 2 Compagnien augmentirt wird. (le Bourg.)

Literatur.

Sturmy. Mariners magazire with the art of gunnery and artificial fireworks, London 1684.

1685. Bei der Belagerung von Neuhäusel durch die Kaiserlichen stehen in den Breschbatterien, gegen die Courtine, 14 halbe Carthaunen, gegen die Face 10 halbe Carth., gegen die Flanke 12 halbe Carthaunen, und gegen die ganze Angriffsfront 16 Mörser. (Kausler.)

Literatur.

1) **Greaves. An account of some experiments for trying the force of great canons. (Philos. transact. for the year 1685.**

2) Jacob Meyer. Neue Verfassung der Büchsenmeisterei. München 1685.

3) **Joh. Eugenius. Manuale bombardicum oder Handbüchlein über die Büxenmeisterei. Ausburg 1585.**

1686. Bei der Belagerung von Ofen zeichnet sich die brandenburgische Artillerie durch gutes Schießen aus. Das Feuer der Belagerer wird vorzüglich durch Antonio Gonzalez geleitet (vergl. Handb.), der verbesserte Mörser mit verengten Kammern anwendet. Am 22. Juli schlägt eine glühende Kugel durch die Gewölbe des Hauptzeughauses der Türken und sprengt das daselbst befindliche Pulvermagazin; die Festungsmauer wird 60 Schritt breit eingestürzt, jedoch an einer für den Angriff ungünstigen Stelle. Bei dem Sturm am 2. September wird zum erstenmal das Bajonet zur Entscheidung des Kampfs gebraucht. (Kausler.)

Literatur.

1) **Recueil d'ordonances concernant l'artillerie. Paris 1686.**

2) **Haucksbee. (F.) An account of an experiment concerning the quantity of air produced from a certain quantity of gunpowder. 1686.**

1687. **Martena. Il flagello militare. Napoli 1687.**
Auszug im Archiv VIII. pag. 178.

1688. Bei der Eroberung von Belgrad werden im Platze zwei Kanonen gefunden, deren eine Kugeln von 320, die andere von 440 Pfd. Gewicht schießt. (Kausler.) —
Der Marschall d'Estrées wirft über 10000 Bomben nach Algier. (Zeil.)

Literatur.

Joh. Heinrich Wickrath. Compendium artilleriae 1688. Davon deutsche Uebersetzung. Inspruk 1688.

1689. 1) **Thomas Binning (Captain). A light to the art of gunnery. London 1689.**
2) **Pyrologia curiosa et experimentalis. Hanovrae 1689.**
3) Wickrath. Kuriose und experimentale Pyrologie. 1689. (Wahrscheinlich Uebersetzung des vorigen.)
4) **G. A. Böckler. Manuale architecturae militaris. Frankf. u. Leipz. 1689.** (Spricht auch von der Wirkung der Geschütze.)
5) **Jonas Moore. Fortifikation, with Moretti's treatise on artillery and Sir A. Dager's on artificial fireworks. London 1689.**
6) Wilh. Dilich. Kriegsschule. Frankfurt 1689.
7) Wilh. Dilich. Pyrologie. Frankf. 1689. (Das Original lateinisch.)

1690. In der Schlacht von Fleurus hat Luxemburg diesen Ort mit 6 Bataillons besetzt, die Cavallerie rechts und links, 30 Geschütze zwischen Fleurus und St. Amand. Beim weitern Vorgehen ist die Cavallerie auf den Flügeln, in der Mitte 3 Bataillons mit 5 Kanonen, weiter links rückwärts 9 Bataillons des zweiten Treffens mit 30 Geschützen. Der Prinz von Waldeck verliert 49 Geschütze. (Hist. mil.) Bei der Belagerung von Kinsal in Irland durch Marlborough wird ein detaschirtes Fort genommen, weil den vertheidigenden Irländern einige Fässer Pulver auffliegen. (Hist. mil.)

Literatur.

1) **Traité d'artillerie. Lyon 1690.**

2) **Gautier.** Traité d'artillerie expliquant les portées, les affûts etc. Paris 1690.

3) **Joh. Bernouilli.** Dissertatio de effervescentia et fermentatione nova hypothesi fundata, quam publice discutiendam exhibet: J. Bernouilli. Basel 1690. (Später mehrere Ausgaben.)

1691. In Frankreich wird die Blocklaffete versucht, wie mehrere Exemplare im Museum zu Paris beweisen. (Piobert.) — Frankreich unterhält in diesem Jahre 6480 Mann zum Dienst der Artillerie, nachdem das 6. Bat. des Regts. Fusiliers du Roi errichtet ist. (le Bourg.)

1692. Literatur.

Gautier. Instruction pour les gens de guerre ou l'on traite de la manière de jetter les bombes. Paris 1692.

1693. In der Schlacht von Neerwinden haben die Verbündeten in einer starken Verschanzung 20 Geschütze aufgestellt; sie verlieren an Luxemburg 76 Geschütze. In der Schlacht von Marsaglia verliert Victor Amadeus von Savoyen 34 Geschütze. (Hist. milit.) Louis XVI. giebt dem Füsilier-Regiment den Namen Régiment royal d'artillerie. (le Bourg.)

Literatur.

1) Johann **Edel.** Handbüchlein über die Büchsenmeisterei. Augsburg 1693.

2) **Anton van Leeuwenhoek.** Letter containing several curious observations on native cinnabar and the firing of gunpowder with its contents and the quantity of air produced by its explosion. (Philos. transacts. for 1693.)

In der Schlacht von Marsaglia hat der Marschall Catinat 77 Escadr., 48 Bats. und 26 Geschütze, die Verbündeten 93 Esc., 38 Bats. und 31 Geschütze. (Kausler.) (Vergl. die Nachricht aus Hist. mil.) Kausler läßt letztere 30 Geschütze verlieren.

1694. Zur Belagerung von Casale werden von den Verbündeten 6000 Kaiserliche, 6000 Spanier und 74 schwere Geschütze bestimmt. (Kausler.) Nach der Hist. mil. beträgt die Zahl der von den

Verbündeten zur Belagerung von Namur verwendeten Geschütze 150 Kanonen und 50 Mörser.

Literatur.

1) **Traité nouveau de l'usage du compas de proportion et de la bombarderie moderne. 1695. Bruges.**

2) **Morasca** (Placentino). (In spanischer Sprache.) Ueber die Maaße der drei Arten der Artillerie. 1695.

1696. Die Franzosen beschiren Valenza mit 30 schweren Kanonen in Einem Tage. (Kausler.)

1697. Eugen von Savoyen erbeutet im Lager der Türken bei Zenta 160 Geschütze, 26000 Kanonenkugeln und 553 Bomben. (Kausler.) Das Regiment **Royal-artillerie** wird von Louis **XIV.** von 6 auf 4 Bats. reduzirt. (le Bourg.)

Literatur.

1) **Surirey de St. Remy. Mémoires d'artillerie tant par mer, tant par terre. 1697, 1702, 1707, 1741.** Von Leblond vervollständigt 1745, 1747, 1754. Ruff. 1734. (Ausz. im Handbuche.)

2) J. Sebald **Gruber.** Mathematische Friedens- und Kriegsschule. Nürnberg 1697. (Ausz. Archiv II. pag. 182.)

3) **Teyler.** (Joh.) **Architectura militaris.** (Wahrscheinl. von 1697.)

1698. 1) **Winter. De pulvere pyrio. Havniae (Kopenhagen) 1698.**

2) **Sebast. Fernandez Medrano. Breve trattado del ataque y defensa de una plaça real. 1698.** (In Versen geschrieben.)

1699. 1) **S. F. Medrano. El perfetto bombardero y artillero. — en Brusselles 1699. — en Avers 1708, 1723, 1790.** (Auszug Archiv VIII. pag. 174.)

2) **Coehorn.** (In holländischer Sprache.) Gründlicher Unterricht in der Artillerie. 1699. — Deutsche Uebers. von Peyrander. Hamburg 1699.

1700. Die russische Armee bei Narwa zählt bei 100000 M. 170 Geschütze. (Bell.)

Carl XII. giebt bei Narva das Zeichen zum Angriff durch Raketen. Jeder schwedische Musketier führt 24 Patronen; sie reichen nicht aus, und man muß die der getödteten Russen zu Hülfe nehmen. (Zeil.)

Literatur.

1) Johann Seb. Gruber. Neuer und vollständiger Unterricht über die heutige Fortifikation und Artillerie. Nürnberg 1700.

2) Seller. Sea-gunner. 1700.

1701. Im Treffen bei Chiari sind die Franzosen 4 Stunden lang dem heftigsten Gewehrfeuer ausgesetzt, ohne ihr Geschütz zum Aufmarsch bringen zu können. Als Villeroi seine Truppen im November d. J. am Oglio in Erholungsquartiere verlegt, sendet er seine Artillerie nach Cremona zurück, und behält bei der Armee nur 15 Geschütze. (Kausler.)

Literatur.

G. v. d. Tollen. Nieuw licht der Bosshieterye zynde eene vollkommen underwyzing van het Konstapelshap, zoo ter See als te Land. Vlissingen 1701.

Fortsetzung folgt.

XV.

Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse.

Von

v. Brockhusen, Sec.-Lieut. in der 7ten Artillerie-Brigade.

(Fortsetzung.)

III.

In diesem Abschnitte wird zunächst ein rotirendes Geschoß, dessen Oberfläche überall gleichmäßig mit kleinen Unebenheiten bedeckt ist, näher betrachtet werden, bei dem es noch erlaubt bleiben soll, den Widerstand der Luft bei jeder Lage des Geschosses im Mittelpunkte vereint zu denken. Sein Gewicht, sein Trägheitsmoment um die durch den Mittelpunkt gehende Rotationsachse sei gegeben, die Vertheilung der Masse im Innern aber sonst beliebig.

Denkt man sich den Mittelpunkt ruhend, das Geschoß sich aber drehend, so wird durch die Unebenheiten der Oberfläche ein Luftwiderstand erzeugt werden, welcher die Geschwindigkeit der Drehung beständig verlangsamet. Sind die Unebenheiten gleichmäßig vertheilt, wie angenommen worden, so läßt sich dieser Luftwiderstand auf ein normal auf der Rotationsachse stehendes Gegenpaar zurückführen, dessen Beschleunigung sich leicht bestimmen läßt, sobald das Trägheitsmoment der Kugel und das Moment dieses Gegenpaares bekannt sind.

Bewegt sich das Geschoß im Raume voran, ohne sich zu drehen, so ist der Einfluß der kleinen Unebenheiten nicht weiter zu beachten; drehet sich aber das Geschoß gleichzeitig, so muß der Widerstand der Luft gegen die verschiedenen Hälften des vorderen Theiles der Kugel verschieden sein, was nun näher untersucht werden soll.

Wie auch die Lage der Rotationsachse gegen die Richtung der voranschreitenden Bewegung sein mag, so kann man doch jede beliebige Drehung, wie auch die durch dieselben bedingten Kräfte, in zwei gleichzeitige Drehungen zerlegen, die normal auf einander stehen, weshalb folgende zwei Fälle nur näher zu untersuchen sind:

1) Wenn die Rotationsachse normal auf die Richtung der Bewegung steht.
2) Wenn beide mit einander zusammenfallen.

Betrachte man zunächst den ersten Fall:

Seien die in Figur 4 angedeuteten Kreise Durchschnitte einer Kugel, welche normal auf der durch c gehenden Rotationsachse stehen. Denke man sich bei m und n zwei Unebenheiten der Oberfläche, welche gleich weit von der Richtung der Bewegung des Mittelpunktes abliegen. Dieselben werden durch die Drehung der Kugel in der Zeit, wo der Mittelpunkt den Weg von c bis c' zurücklegt, ihre Lage gegen die Richtung der Bewegung verändert haben. Der von m nach m' bewegte Punkt hat aber eine größere Geschwindigkeit gehabt, wie der gleichzeitig nur von n nach n' vorangerückte Punkt, weshalb der Luftwiderstand bei m größer gewesen sein muß, als bei n. Dasselbe wiederholt sich für jeden Durchschnitt der Kugel, und wenn auch der Punkt m, sobald er auf die andere Seite der Richtung der Bewegung gelangt, eine langsamere Bewegung annimmt, so werden doch immer alle Punkte der Kugel an der einen Seite der durch die Richtung der Bewegung des Mittelpunktes und die Rotationsachse gegebenen Ebene eine schnellere Bewegung haben, als an der andern Seite derselben. Dieser Umstand bedingt aber einen größeren Luftdruck gegen die kleinen Unebenheiten der einen Seite der vordern Hälfte der Kugel, als gegen die der andern Seite. Hinter der Kugel muß der größere Druck an der entgegengesetzten Seite vorhanden sein. Die Verminderung des Luftdrucks hinter einem sich bewegenden Körper bedingt aber nur den geringern Theil des gesammten Widerstandes der Luft gegen den

Körper, weshalb der Einfluß dieser Veränderung des Druckes vor der Kugel entscheidend bleibt.

Verringert man allen Widerstand der Luft gegen die Kugel, und zerlegt man denselben dann nach der Richtung der Bewegung des Mittelpunktes und normal darauf, so muß sich finden:

1) Ein Widerstand = W, welcher der Bewegung des Mittelpunktes direkt entgegen und von derselben Größe ist, wie wenn die Kugel nicht rotirt.

2) Normal darauf ein Druck = R, welcher den Mittelpunkt aus der Richtung der Bewegung treibt, und zwar so, wie er in der Figur 4 in Bezug auf die Richtung von v und w gezeichnet worden.

3) Ein Gegenpaar, dessen Moment = Q sein mag, welches die Geschwindigkeit der Drehung fortwährend verlangsamet.

Der Druck W ist daher unabhändig von der Drehung, während der das Ausweichen aus der Bahn bedingende gleich Null wird, sobald v oder w verschwindet. Ob aber Q von v unabhängig ist, läßt sich im Voraus nicht bestimmen, obgleich dadurch, daß Q mit v nicht verschwindet, sich behaupten läßt, daß ein Summand davon nur von w abhängig sein darf, weshalb es nur vermuthet werden kann. In dem zweiten Falle aber, wo die Rotationsachse mit der Richtung der Bewegung zusammenfällt, ist die Geschwindigkeit zweier analog liegender Punkte ganz dieselbe, weshalb dann der Druck R verschwindet, und nur der Widerstand W und das Gegenpaar Q thätig bleiben. Die voranschreitende Bewegung des Mittelpunktes ist daher in diesem Falle ganz unabhängig von der Rotation, weshalb nur noch der Einfluß der durch den ersten Fall bedingten Kräfte auf die Bahn des Geschosses zu untersuchen bleibt.

Ist kein Widerstand der Luft vorhanden, so bewegt sich das Geschoß, auf welches die Anziehung der Erde und die eigene Bewegung einwirken, in einer lothrechten Ebene. Mit dieser Ebene kann nun die Rotationsachse jeden beliebigen Winkel machen, ohne daß sie ihre normale Lage gegen die Richtung der Bewegung aufzugeben braucht. Jede Drehung läßt sich aber wiederum in zwei gleichzeitige zerlegen, deren Achsen normal auf der lothrechten Ebene liegen, und mit derselben zusammenfallen, weshalb auch nur diese beiden Fälle einzeln betrachtet zu werden brauchen.

Liegt die Rotationsachse normal gegen die lothrechte Ebene, so liegen alle auf das Geschoß wirkenden Kräfte in derselben, müssen folgende in der Fig. 5 näher bezeichnete Lage haben, und die Bahn des Geschosses eine einfach gekrümmte Curve sein. Denke man sich, die Kugel sei an dem Punkte m ihrer Bahn, deren Coordinate x und y, angelangt, und ihre Drehung daselbst, wie es bei μ, durch das Gegenpaar angedeutet worden. Alle Kräfte seien auf ein massenloses System reduzirt, so daß sie nur Geschwindigkeit ausdrücken, obgleich die früheren Buchstaben beibehalten sind.

Die auf den Mittelpunkt des Geschosses an dem Punkte m der Bahn gleichzeitig wirkenden 4 Kräfte und deren Richtungen sind folgende. Eine stoßende Kraft v, welche durch eine drückende W . dt beständig vermindert wird, und beim Anfang der Bewegung bekannt und etwa gleich c war. Die Richtung von v fällt mit der Tangente an der Bahn des Mittelpunktes des Geschosses zusammen, und macht mit der Horizontalen den Winkel α, der zu Anfang der Bewegung ebenfalls bekannt und gleich a gewesen sein mag. Außer diesen beiden wirken die Anziehung der Erde $= g$. dt in lothrechter Richtung, und der durch die Rotation erzeugte Widerstand R . dt normal auf die Richtung von v drückend auf den Mittelpunkt der Kugel. Ist die Drehung entgegengesetzt von der bei μ Fig. 5 angedeuteten, so wird R negativ, und wirkt also hebend auf das Geschoß ein.

Außerdem ist die Kugel von einem stoßenden Gegenpaar erfaßt, dessen Moment $=$ w ist, und durch ein drückendes Gegenpaar Q . dt continuirlich verkleinert wird, weshalb die Größe von w zu Anfange der Bewegung ebenfalls bekannt sein muß.

Die Rotation des Geschosses um den Mittelpunkt läßt sich wahrscheinlich selbstständig behandeln; die Bewegung des Mittelpunktes muß aber von der Geschwindigkeit der Rotation abhängig sein, weil die Kraft R durch beide Geschwindigkeiten bedingt wird. Die Bestimmung der Gleichung zwischen den Coordinaten x und y der Curve, welche der Mittelpunkt des Geschosses auf seiner Bahn beschreibt, und die Berechnung der örtlichen Geschwindigkeit des Geschosses, so wie der Zeit, welche es zum Durchlaufen des Weges verbraucht hat, zeigt sich aber bis jetzt unausführbar, selbst wenn die Größe der von v und w abhängigen Kräfte W, R und Q bekannt sein sollte, da die Aufgabe

zu Differencialgleichungen führt, deren Integration nicht gelingen will. Eine Berechnung der mittleren Werthe der Kräfte R und Q ist für unsere Geschosse nur nach einem sorgfältigen Studium der Oberfläche derselben möglich, wenn man dieser entsprechend irgend eine dasselbe leistende berechenbare Form dafür substituirt. Ich habe versucht, durch andere Annahmen die rauhe Oberfläche zu ersetzen, fand jedoch nach ausgeführter Integration Resultate, welche nicht weiter benutzt werden durften. Welche Form man auch wählt, so führt sie doch auf Schwierigkeiten, in Bezug deren hiermit auf den Schluß des Aufsatzes „Theorie des Widerstandes der Luft" verwiesen wird.

In dem zweiten Falle, der noch zu betrachten ist, wo die Rotationsachse der Kugel in der lothrechten Ebene liegt, steht die drückende Kraft R . dt normal gegen dieselbe. Die Bahn, in der sich der Mittelpunkt nun bewegt, muß eine doppelt gekrümmte Curve sein, deren Projection auf die lothrechte durch die Richtung von v zu Anfang der Bewegung gegebenen Ebene die des vorigen Falles ist, wenn R gleich Null gedacht wird. Die Größe der Ausweichung des Geschosses aus dieser Ebene für jeden Punkt der Bahn ist dagegen blos durch R bedingt, weshalb die Projection der Bahn des Geschosses auf den Horizont die des vorigen Falles ist, wenn die Anziehung der Erde gleich Null gesetzt wird.

Im Vorhergehenden wurde nur der Fall betrachtet, wo der Widerstand der Luft für jede Lage des Geschosses sich in einem Punkte concentrirt. Sind aber einzelne Unebenheiten an demselben vorhanden, welche dieses nicht mehr möglich machen, so wird der vereinigte Widerstand der Luft nach und nach einen andern Punkt treffen. Denkt man sich das Geschoß um eine auf die Richtung der Bewegung normale Achse rotirend, so werden jene Punkte, in welchen sich der Widerstand concentrirt, eine geschlossene Curve im Innern des Geschosses bilden. Die Rotationsachse muß aber immer an diese Punkte gefesselt sein, und muß daher bei jeder Drehung diese Curve durchlaufen. Die Lage der Achse gegen die Weltgegenden wird zwar in ihrer Hauptrichtung constant bleiben, kann jedoch jetzt größeren Schwankungen unterworfen sein, als es im Vorhergehenden angenommen worden.

[illegible] Größe der Kräfte W, R und Q jetzt beständigen Schwan[illegible], so daß eine Berechnung der Bahn solcher roti[illegible] völlig unausführbar erscheint.

[illegible] diese Unebenheiten der Oberfläche der Kugel so, [illegible] Seiten der durch den Mittelpunkt derseben ge[illegible] Rotationsebene analog vertheilt sind, so ändern sie zwar [illegible] von W, R und Q, jedoch die aus diesen Kräften gezo[illegible] Folgerungen in Bezug auf die Bahn der Geschosse in der [illegible] nicht.

IV.

In den obigen Abschnitten ist nachgewiesen worden, daß die ungleiche Vertheilung der Massen im Innern eines Geschosses, welches rotirt, nur Schwankungen in der Richtung der Rotationsachse und unbedeutende Veränderungen der Rotationsgeschwindigkeit erzeugen, und diese nur kleine Veränderungen in der Richtung und Größe der Kraft R, mithin nur geringe Abweichungen des Geschosses aus seiner Bahn zu veranlassen fähig sind, welche vernachlässigt wurden. Es muß nun noch der Ursprung der Rotation aufgesucht werden, wo sich dann zeigen wird, daß die Lage des Schwerpunktes des Geschosses hierauf den größten Einfluß hat.

Zuerst denke man sich, daß der Schwerpunkt mit dem Mittelpunkte zusammenfällt. Es trifft dann der Druck des Pulvergases im Rohre den Schwerpunkt des Geschosses. Die Richtung dieses Druckes wird aber wegen des Spielraumes nicht ganz parallel der Seelenachse sein, so daß, wenn dieser Druck in zwei auf einander senkrechte zerlegt wird, ein Theil des durch das Pulvergas bewirkten Druckes die Kugel normal gegen die untere Fläche der einschließenden Wand preßt. Dieser Druck, vermehrt durch die Schwere des Geschosses, bedingt eine Reibung der Kugel an der Stelle, wo dieselbe aufliegt. Die hierdurch veranlaßte Drehung des Geschosses, deren Größe von der Rauhheit der Oberflächen mit abhängt, wird die in Fig. 5 bei μ angedeutete Richtung erhalten. Durch die Anschläge, die das Geschoß im Rohre neben der Mündung macht, kann diese Drehung etwas geändert werden. Diese durch die Elasticität der Metalle bedingten Anschläge werden an dem oberen Theile der Wände, der entgegen-

wirkenden Schwere wegen, von geringerer Stärke sein, als an dem untern Theile derselben, wodurch der durch die Ausdehnung des Pulvergases bedeutend verminderte Druck im vorderen Theile des Rohres noch entsprechend verändert wird, wozu noch kommt, daß der Reibungscoefficient der Reibung der Bewegung um vieles geringer ist, als der der Reibung der Ruhe. Die durch die ursprüngliche Reibung bedingte Drehung kann daher durch die späteren Anschläge des Geschosses im Rohre nie ganz vernichtet werden. Dieser Einfluß bleibt, wenn auch der Schwerpunkt nicht mit dem Mittelpunkte zusammenfällt, und wird derselbe nur wenig dadurch verändert werden können.

Fallen beide Punkte aber nicht zusammen, so kann der in der Richtung der Achse der Seele wirkende Druck nur dann den Schwerpunkt des Geschosses treffen, wenn derselbe in dieser Richtung liegt. Ist der Abstand beider Punkte von einander $= \beta$ (Fig. 6), und führt man dieses schwere Geschoß auf ein massenloses System zurück, so wird dasselbe in dem Centralpunkte der parallelen Kräfte, der oben aufgefunden worden ist, und der entgegengesetzt von dem Schwerpunkt s liegt, von einer Kraft **P** ergriffen, deren Richtung parallel der Achse des Rohres ist. Verlegt man diese Kraft parallel mit sich nach dem Mittelpunkt des Geschosses, da es dieser ist, um welchen das System sich drehet, so muß man noch ein Gegenpaar hinzufügen, damit die Bewegung des Systems unverändert bleibt.

Wird unter β' der normale Abstand des Schwerpunktes, also auch des entgegengesetzt liegenden Centralpunktes, von der Richtung der jetzt den Mittelpunkt angreifenden Kraft verstanden, so ist $\mathbf{P} \cdot \beta'$ das Moment dieses Gegenpaars, welches daher am größten ist, wenn der Durchmesser c, s normal gegen die Achse des Rohres steht, und gleich Null ist, wenn c, s mit dieser Richtung zusammenfällt. Die Lage der Ebene dieses Gegenpaars ist gegeben durch die Richtung von **P** und den Durchmesser c, s, und die Seite, nach welcher dasselbe drehen will, durch die Richtung der Drehung, welche die den Centralpunkt angreifende Kraft um den festen Mittelpunkt erzeugen würde.

Denke man sich nun, daß der Druck des Pulvergases, welcher eine beschleunigte Bewegung des Geschosses im Rohre verursacht, durch eine stoßende Kraft ersetzt würde, welche gleich **P** wäre, so

würde die Geschwindigkeit v des Mittelpunktes $= \frac{P}{m}$ und die Winkelgeschwindigkeit w der Rotation um denselben $= \frac{P \cdot \beta'}{T}$ sein, wenn m und T das Gewicht und Trägheitsmoment der Kugel ausdrücken. Entfernt man aus Obigem die unbekannte P, so ist:

$$w = \frac{m \cdot v \cdot \beta'}{T},$$

wodurch die hierdurch bedingte Rotationsgeschwindigkeit zu Anfang der Bewegung annähernd durch die Anfangsgeschwindigkeit, das Gewicht und Trägheitsmoment der Kugel und dem normalen Abstande des Schwerpunktes von der Richtung der Bewegung des Mittelpunktes gegeben ist.

Die Drehung der Kugel im Rohre beginnt aber gleichzeitig mit der voranschreitenden Bewegung des Mittelpunktes, wodurch sich die Größe von β' beständig ändert, weshalb auch die Drehung und die voranschreitende Bewegung des Geschosses nicht gleichmäßig durch die drückende Kraft P beschleunigt werden können. Liegt etwa der Durchmesser c, s so, wie er in der Figur 6 gezeichnet worden, so muß die Drehung größer sein, als es obige Formel angiebt; denkt man sich dagegen den Schwerpunkt hinter dem Mittelpunkte liegend, so wird das Entgegengesetzte der Fall sein.

Die genaue Bestimmung des Druckes des Pulvergases ist eben so schwierig, wie die Berechnung der Bahn des Geschosses. Die Bewegung des Geschosses beginnt schon, bevor alles Gas sich entwickelt hat, weshalb der Druck eine kurze Zeit sich vergrößert; sobald aber kein Pulvergas mehr entwickelt wird, vermindert sich der Druck desselben durch die Vergrößerung des Raumes hinter der Kugel, durch die Wärmeleitung des Metalles und die durch die Ausdehnung der Luft bedingte Verminderung der Wärme, welches vereint die Elasticität des Gases ändert. Dazu kommt noch die Entweichung des Gases durch das Zündloch und den Spielraum, und der schon im Rohre vorhandene Widerstand der Luft. Annähernd kann man den Druck P des Pulvergases als eine Function des von der Kugel im Rohre zu durchlaufenden Weges X ansehen, und denselben

$= \frac{P'}{1+k\frac{x}{l}}$ setzen, worin man, eine der Figur 6 ähnliche Form des Rohrs im Auge haben, die Länge der Kartusche durch l, und durch P' die Größe des Drucks, nach kaum begonnener Bewegung, wo derselbe am größten sein wird, bezeichnet, und unter k einen constanten des Wärmeverlustes sich denkt. Die Herleitung dieser Formel stützt sich auf die hier anwendbare von Poisson gegebene Formel $\frac{P}{P'} = \left(\frac{\delta}{\delta'}\right)^{\mu}$; (über welche in der Abhandlung „Theorie des Widerstandes der Luft" ein Mehreres gesagt worden) worin δ und P zusammengehörige Werthe der Dichtigkeit und des Druckes und μ einen Coefficienten der Wärme ausdrückt.

Denkt man sich nun nach kaum begonnener Bewegung den Verbrennungsproceß vollendet, was bei mäßig großen Ladungen und verhältnißmäßig schweren Geschossen noch der Fall sein wird, und bestimmt man die durch die Bewegung der Kugel bedingte Vergrößerug des Raumes hinter der Kugel, mit dem nach Mariotte die Dichtigkeit im umgekehrten Verhältnisse stehen muß, so findet sich:

$$P = \frac{P'}{\left(1+\frac{x}{l}\right)^{\mu}},$$

wofür man obige Näherungsformel setzen kann, wenn man nur die 1sten Glieder des im Nenner befindlichen Binomiums beachtet, und zur Ausgleichung des hierdurch vernachlässigten Werthes desselben den Coefficienten μ verhältnißmäßig vergrößert. Der Wärmeleitung der Metalle wegen muß derselbe noch mehr verzögert werden, weshalb auch in der Formel für μ ein anderer Buchstabe gesetzt worden ist. Der Verlust des Gases durch das Zündloch und den Spielraum ist aber nicht beachtet, weshalb der Druck P für den durchlaufenen Weg x immer kleiner sein wird, als ihn die Formel angiebt, welcher Fehler durch Vergrößerung des constanten Coefficienten k auch einigermaßen in der Formel ausgedrückt werden könnte.

Dieser so rasch sich vermindernde Druck P wird nun eine ungleichförmig beschleunigte Bewegung des Mittelpunktes der Kugel erzeugen, deren Endgeschwindigkeit v die Anfangsgeschwindigkeit der

oben betrachteten Bewegung ist. Das von P und β' abhängige Gegenpaar muß ebenfalls beschleunigte Rotation erzeugen, doch ist hierbei zu beachten, daß, wenn der Centralpunkt der beschleunigenden Kräfte seine drehende Bewegung so weit vollendet hat, daß er auf die andere Seite der Rohrs gelangt, dann eine verzögerte Rotation beginnt. Ob dieser Fall sich ereignen wird, ist von der Länge der Seele im Rohre, der Größe von β und der Lage des Schwerpunktes, in Bezug auf die Entfernung von der Mündung des Rohres, abhängig. Die rasche Abnahme der Größe P zeigt aber, daß die ursprüngliche Richtung der drehenden Bewegung nur dann in die entgegengesetzte wird verändert werden können, wenn in einem verhältnißmäßig langen Rohre der Schwerpunkt weit von der Mündung abliegt. Die Richtung und Geschwindigkeit der Drehung in dem Augenblicke, wo das Geschoß die Mündung des Rohres verläßt, ist daher, außer dem schon erwähnten Einflusse der Reibung im Rohre, blos von der Lage des Schwerpunktes und der Größe von β abhängig, und kann nur für einen speciellen Fall näher bestimmt werden.

Es findet sich zugleich, daß die Rotationsachse sowohl in diesem Falle, wie bei der durch die Reibung erzeugten Rotation, normal gegen die Achse des Rohres steht, wodurch diese Drehung sich als eine solche ausweiset, welche bei rauhen Geschossen bedeutenden Einfluß auf die Bahn derselben hat.

Beide Drehung bewirkenden Ursachen werden nun eine Drehung um eine mittlere, durch das Parallelogramm der Drehungen sich leicht bestimmende Rotationsachse mit einer durch dasselbe Verfahren gegebenen Rotatiosgeschwindigkeit bewirken, weshalb nur in seltenen Fällen die Rotationsachse normal gegen den Durchmesser c, s stehen wird, was immer der Fall sein würde, wenn die Reibung im Rohre nicht wirksam wäre. Die hierdurch veranlaßten Schwankungen der Rotationsachse sind jedoch früher nicht weiter beachtet worden, weil sie von geringem Einflusse auf die Bahn des Geschosses sind.

Es soll nun noch auf einen Umstand aufmerksam gemacht werden, der durch eine veränderte Lage des excentrischen Geschosses im Rohre bedingt wird, und einigen Einfluß auf die Bahn desselben haben muß: die Gesammtwirkung des Pulvergases ist um so größer, je rascher das Pulver verbrennt, oder, was wegen des durch die ge-

brauchte Zeit bedingten Verluſtes an Wärme und deshalb an Spannung im Gaſe, eine geringere Wirkung hat, je langſamer das Geſchoß ſeine Bewegung beginnt. Liegt alſo der Schwerpunkt des Geſchoſſes oberhalb ſeines Mittelpunktes, wirken deshalb beide Drehung bewirkenden Urſachen einander entgegen, ſo wird die Geſchwindigkeit, mit der die Kugel das Rohr verläßt, größer ſein, als wenn der Schwerpunkt ſich an der untern Seite der Kugel befände.

Das Endreſultat dieſer Unterſuchungen iſt daher, daß auf die Bahn eines rotirenden Geſchoſſes vorzugsweiſe die Geſtalt ſeiner Oberfläche von Einfluß iſt, daß dagegen die Entſtehung der Rotation größtentheils von der Vertheilung der Maſſen im Innern des Geſchoſſes und der Lage des Schwerpunktes im Rohre abhängt. Dann hat ſich aber noch aus der ganzen Behandlung der Aufgabe ergeben, daß eine nähere Beſtimmung der Bahn rotirender Geſchoſſe wahrſcheinlich noch lange ausgeſetzt bleiben wird, da zu dem Nichtgelingen der Integration der Differencialgleichungen der Bahn noch die Schwierigkeit der Berechnung der auf das Geſchoß einwirkenden Kräfte, nnd der Beſtimmung der zu Anfange der Bewegung vorhandenen Größe der Geſchwindigkeit des Mittelpunktes und der Rotation um denſelben hinzu kommt.

Schlußbemerkung.

Auch aus dem in dieſem Aufſatze Geſagten ergiebt ſich eine Folgerung, die zu einer Anwendung für die Waffe führt, und im Verein mit dem am Schluſſe des Aufſatzes „Ueber die Theorie des Luftwiderſtandes" gemachten Vorſchlage zu einer großen Wahrſcheinlichkeit des Treffens führen kann. Bei der Güte und gleichmäßigen Wirkung des neuen Pulvers und der vorzüglichen Conſtruction unſerer Geſchütze ſteht zu erwarten, daß in Zukunft durch Ausführung dieſer beiden Vorſchläge (die allerdings vermehrte Umſicht von dem Artilleriſten fordern) alle Fehlſchüſſe vermieden und höhere Anforderungen an die Trefffähigkeit der Artillerie gemacht werden können.

Abweichend von der durch den Hauptmann Otto in seiner Abhandlung „Betrachtungen über den Kanonenschuß" geäußerten Ansicht weiset obiger Aufsatz nach, daß die Geschwindigkeit der Rotation der Geschosse einen merklichen Einfluß auf die Bahn derselben ausübt; ferner daß die Gestalt der Oberfläche dabei nicht gleichgültig sein kann.

Durch die angestellten Versuche ist der Einfluß der Geschwindigkeit der Drehung hinlänglich bestätiget worden, was auch aus den mitgetheilten Schuß- und Wurftafeln ersichtlich ist, da unter andern:

die 25pfdge Granate bei 5 Pfd. Ladung und 10¼ Grad Elevation eine Entfernung von 2000 Schritt erreicht, wenn die Richtung der Rotation so ist, wie sie in Figur 5 gezeichnet worden, aber bis zur Weite von 3000 Schritt fliegt, wenn die Drehung in entgegengesetzter Richtung erfolgt ist; eben so fliegt bei dieser Richtung der Drehung die 7pfdge Granate bei 8 Grad Elevation und 1¼ Pfd. Ladung bis auf 2600 Schritt, wogegen sie bei der in Figur 5 gezeichneten Rotation nur bis 4200 Schritt getrieben wird. Die Geschwindigkeit der Drehung dieser Granaten ist wahrscheinlich nicht ermittelt worden, da dieses fast nur durch Rechnung möglich zu sein scheint. Wie groß auch die Geschwindigkeit der Drehung gewesen sein mag, so liegt doch zwischen diesen entgegengesetzten Drehungen der Granate, wenn man die Geschwindigkeit der Rotation allmählig verlangsamet und zur negativen Richtung übergehen läßt, die Drehung, deren Geschwindigkeit gleich Null ist. Entsprechend diesen angedeuteten Geschwindigkeiten der Drehung müssen daher auch die diesen Rotationsgeschwindigkeiten zugehörigen Wurfweiten zwischen den beiden mitgetheilten Grenzen vertheilt sein.

Die Versuche haben außerdem ergeben, daß diese Differenz der Wurfweiten bei veränderter Richtung der Rotation sich nicht so bemerklich bei den Bomben ausspricht, was theils von der geringern Ladung der Mörser, theils von der größern Krümmung der Curve herrührt, die durch den Mittelpunkt des nicht rotirend gedachten Geschosses auf seiner Bahn beschrieben werden müßte. Denkt man sich nämlich statt der in Fig. 5 gezeichneten Curve eine andere, die einem Elevationswinkel von 60° entspricht, sonst aber Alles, wie es oben angenommen worden, wobei R nach Belieben positiv oder negativ gedacht werden mag, so wird diese Kraft R vermöge ihrer

Richtung im aufsteigenden Aste der Bahn das Geschoß continuirlich näher zum Ziele treiben, wogegen dieselbe Kraft im niederfallenden Aste das Geschoß in entgegengesetzter Richtung bewegen muß. Dasselbe muß auch bei kleinern Elevationen der Fall sein; zerlegt man aber die Kraft R jederzeit nach zwei auf einander normalen Richtungen, von denen die eine mit der Richtung der Anziehung der Erde zusammenfällt, so sieht man, daß nur der in horizontaler Richtung zerlegte Theil der Kraft R in den verschiedenen Zweigen der Bahn sich entgegen wirkt, daß aber der nach der lothrechten Richtung zerlegte Theil dieser Kraft um so größer sein muß, je flacher die Curve ist, in der das Geschoß sich bewegt. Da aber dieser letztere Theil der zerlegten Kraft auf die im hohen Bogen sich bewegenden Bomben eine längere Zeit einwirken kann, als auf die mit größerer Schnelligkeit im flachern Bogen nach demselben Ziele gelangten Granaten, so müßte die Summe der Wirkung in beiden Fällen dieselbe sein, wenn die Größe der Kraft R, die nichts anders als Luftwiderstand ist, im einfachen Verhältniß zur Geschwindigkeit stände. Die Kraft R muß aber, wie jeder Luftwiderstand, in einem noch höhern Verhältniß als das quadratische zur Geschwindigkeit des Geschosses stehen, weshalb auch die Gesammtwirkung der Kraft R auf die im hohen Bogen dasselbe Ziel erreichenden Bomben nicht so stark sich aussprechen kann, wie es bei den Granaten der Fall ist, und oben durch zwei Zahlenbeispiele angedeutet wurde.

Die veränderte Richtung der Rotation, so wie eine Veränderung der Rotationsgeschwindigkeit, muß aber auch bei den Bomben sich bemerkbar machen nnd häufig die Veranlassung zu Fehlschüssen sein.

Durch das vorgeschriebene Verfahren bei der Verwendung der Hohlmunition ist die Richtung der Rotation bestimmt, und dadurch die Seitenabweichung fast ganz beseitiget, die Längenabweichung, soweit sie durch Rotation bedingt wird, bis auf die Hälfte vermindert worden. Wäre die Entfernung des Schwerpunktes vom Mittelpunkte in allen Geschossen dieselbe, so würden alle Geschosse, unter sonst gleichen Umständen, auch dieselbe Rotationsgeschwindigkeit erhalten, wodurch, wenn noch die Rauhheit der Oberfläche bei allen gleich, auch die Längenabweichung beseitigt sein würde.

Classificirt man demnach die Geschosse, mit Berücksichtigung des Durchmessers, des Gewichtes, der Oberfläche und der Größe der Excentricität, um sie dann so an die einzelnen Geschütze zu vertheilen, daß ein Geschütz möglichst gleichartige Geschosse erhält, so wird dadurch die Sicherheit des Treffens nahehin hergestellt sein. Da die Bestimmung der Excentricität schwierig ist, so würd es genügen, wenn man die Geschosse unter gleichen Umständen auf Quecksilber schwingen ließe, und die Anzahl der Schwingungen, die das Geschoß in gegebener Zeit macht, auf dasselbe bemerkte.

Die etwas veränderte Lage des Zünders in Bezug auf den Schwerpunkt und Mittelpunkt hat keinen Einfluß auf die Bahn des Geschosses, da die Rotationsebene des Zünders durch das vorgeschriebene Verfahren beim Gebrauch immer dieselbe bleibt, es sei denn, daß der Zünder bei der Drehung im Rohre an die innere Wand des Geschützes gedrückt würde, und so die Rotation des Geschosses änderte.

Die durch die verschiedene Rotationsgeschwindigkeit erzeugte Differenz in den Wurfweiten ist selbst bei Bomben so bedeutend, daß mehrere meiner Kameraden mit auffallender Sicherheit nach dem Gehör bestimmten, ob die Wurfweiten zu klein oder zu groß ausfallen würden, was dadurch möglich würde, daß sie das Singen der Bomben, mit Rücksicht auf ihre Wurfweite, genau beachteten. Die größte Verschiedenheit in der Rotationsgeschwindigkeit fand sich bei den rectificirten Geschossen, während die zum Werfen benutzten neuen excentrischen fast dieselbe Geschwindigkeit der Drehung hatten.

Köln im November 1840.

Nachtrag
zu dem Aufsatze „Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse."

Als obige Ausarbeitung abgeschickt werden sollte, theilte mir ein Kamerad eine Abhandlung: „Betrachtungen über die Abweichungen der Geschosse, insofern dieselben durch Rotation erzeugt werden," die im 2ten Hefte 11ten Bandes des Archivs sich vorfindet, mit, und veranlaßte mich dadurch, noch Einiges über dieselbe zu sagen.

In diesem Aufsatze wird Adhäsionsreibung der Luft an der Kugel als Ursache der Ausweichung rotirender Geschosse aus ihrer Bahn angesehen, und deshalb folgerecht ein der Erfahrung direct widersprechendes Resultat gefunden, was dem mit den desfallsigen Versuchen gewiß bekannten Verfasser ganz entgangen sein muß. Ob Adhäsionsreibung angenommen werden kann oder nicht, und ob die der Kugel nachfolgende Luft sich verdünne oder nicht, darüber findet man das Betreffende in meiner Ausarbeitung „Theorie des Luftwiderstandes," und kann deshalb hier übergangen werden.

In Bezug auf den Beweis des ersten darin aufgestellten Satzes erlaube ich mir zu bemerken, daß es allerdings gleichgültig ist, um welchen Punkt man sich ein System drehend denkt, wenn man nur — damit Alles dasselbe bleibt — dem gewählten Punkte eine andere entsprechende Bewegung ertheilt, und deshalb durch unangemessene Wahl dieses Punktes die Rechnung nur erschwert werden kann. Da nur für Drehung um den Schwerpunkt die Centrifugalkräfte sich ganz vernichten können, so muß daher dessen voranschreitende Bewegung einfacher sein, als die eines andern Punktes, was jedoch nur gilt, so lange nicht von Außen beschleunigende Kräfte, deren Resultanten nicht den Schwerpunkt angreifen, auf den Körper wirken.

Der Schwerpunkt wird es dann nicht mehr sein, dessen Bahn die einfachste Gestalt hat, und kann man den Punkt, um welchen das System in diesem Falle rotirend gedacht werden muß, nur durch eine Vergleichung der auf den Körper einwirkenden beschleunigenden Kräfte finden. Daß aber die Geschwindigkeit der Drehung des Schwerpunktes um den Mittelpunkt dieselbe sei, wie die des Mittelpunktes um den Schwerpunkt, muß in Abrede gestellt werden, da die Trägheitsmomente um zwei einander parallele durch diese beiden Punkte gegebenen Rotationsachsen von einander verschieden sind. Eben so kann nicht zugegeben werden, daß die Geschwindigkeit der Drehung des Schwerpunktes um den Mittelpunkt constant sei, da die Resultante des Luftwiderstandes und ihre beschleunigende Kraft nicht zusammen fallen, was der Verfasser überall unbeachtet gelassen hat, obgleich dieses als ein Moment in der Rechnung angesehen werden muß.

Bei der in § 11 angestellten Reflection hat der Verfasser übersehen, daß eine Gleichung nie durch Null dividirt werden darf, weshalb denn auch dieser Schluß auf Nichts basirt ist, es ergiebt sich vielmehr durch die von demselben angestellte Rechnung in Bezug auf das Maximum der Abweichung des Schwerpunktes, daß derselbe nicht nur um seine doppelte Entfernung vom Mittelpunkte aus seiner Bahn abweichen kann, sondern daß er auch, weil es die Rechnung verlangt, periodenweise wirklich um so viel abweichen müsse, woraus dann noch, da diese Abweichung der Formel zufolge immer positiv bleibt, ein gerades Voranschreiten des Mittelpunktes der Kugel hervorzugehen scheint.

Zur Bestimmung der Bewegung des Mittelpunktes geht der Verfasser von der für den Schwerpunkt aufgestellten Gleichung der Bewegung aus, und erschwert sich dadurch die Arbeit bedeutend; überhaupt drängt sich mir die Bemerkung auf, daß ein größerer Verbrauch von Formeln stattgefunden hat, als zum Beweise des Satzes erforderlich sein dürfte. Hätte der Verfasser, statt von der complicirten Figur 1 auszugehen, zur Herstellung der Gleichung der Bewegung des Mittelpunktes die den Schwerpunkt angreifende Kraft (Geschwindigkeit) v parallel mit sich nach dem Mittelpunkte verlegt, so würde sich

nicht nur gefunden haben, daß die Ausweichung des Mittelpunktes aus seiner Bahn kleiner als die des Schwerpunktes sein müsse, sondern auch — was bei Nichtbeachtung der Centrifugalkraft keinem Zweifel unterworfen sein kann — daß derselbe sich in einer geraden Linie bewege.

Ich benutze nun noch diese Gelegenheit, um über die Herstellung der Coordinatengleichung der Bahn der Geschosse Einiges zu sagen, da dieselbe wichtige Aufschlüsse über die Anwendbarkeit der verschiedenen Schußarten geben wird, und dieselbe deshalb das Ziel aller ballistischen Rechnungen sein muß. Um aber die Schwierigkeiten des Calcüls überwinden zu können, scheint es erforderlich zu sein, daß man das Ziel und den Weg, auf welchem man zu demselben gelangen kann, so bestimmt wie möglich hinstellt, weshalb ich mir erlaube, meine Ansichten darüber näher mitzutheilen.

Als das erste Erforderniß zur genügenden Lösung dieser Aufgabe muß eine hinlänglich genaue Formel des Luftwiderstandes angesehen werden, da die Größen der im vorstehenden Aufsatze erwähnten Kräfte W, R und Q durch denselben bedingt werden, was nöthigenfalls mit Hülfe der von Hutton gegebenen Tabelle der Widerstände ausgeführt werden kann. Dann aber erfordert die Berechnung der mittleren Größe der Kräfte R und Q etwas mehr Umsicht, da man dabei auf Schwierigkeiten stößt, die, wie sich bei der nähern Untersuchung ergiebt, nur mit Hülfe der Differenzen-Rechnung überwunden werden können. Alle drei Kräfte, Functionen von v, vw und w, mit constanten vom Geschoß abhängigen Coefficienten, sind wahrscheinlich nur durch Reihen darstellbar, für welche sich keine geschlossene Form finden läßt, es sei denn, daß man sich Abkürzungen erlauben wollte.

Betrachtet man, in dem speciellen Falle, daß alle Kräfte in der lothrechten Ebene liegen, die Form der Curve, welche der Mittelpunkt des Geschosses auf seiner Bahn beschreibt, so findet sich, daß, wenn man y in x ausdrückt, die entstandene Gleichung von 2nten Grade sein müsse, von deren Wurzelwerthen nur zwei nicht imaginair

sind. Vernachlässigt man in der Gleichung die höhern Potenzen von x gänzlich, so erscheint die Gleichung einer graden Linie (der Richtung der Achse des Rohrs), beachtet man aber noch das Quadrat von x, so muß eine parabolische Gleichung der Bahn erscheinen, weshalb der Einfluß des Widerstandes W sich nur vom dritten Grade ab in den betreffenden Coefficienten bemerklich machen kann. Weil aber die Abweichung der Bahn von der ursprünglichen Richtung der Bewegung sowohl durch die Anziehung der Erde, als auch, unabhängig von dieser, durch die Rotation des Geschosses bedingt wird, so müssen schon vom 2ten Grade ab die betreffenden Coefficienten von g und von R abhängig sein, und zwar so, daß ein Summand derselben gleichzeitig mit g und der andere mit R verschwindet. Ganz unabhängig werden die Einflüsse der Schwere und der Rotatation nicht von einander sein können, weshalb auch einzelne Summanden gleichzeitig mit R und mit g verschwinden müssen. Analog dem Widerstande W wird auch der die Rotation verzögernde Widerstand Q sich nur vom 3ten Coefficienten ab in der Reihe bemerklich machen können.

Die Herstellung dieser Gleichung durch Integration der betreffenden Differencialgleichungen erscheint unausführbar, weshalb nur auf indirectem Wege dazu gelangt werden kann. Da die Form der Gleichung bekannt ist, so nehme man sie mit noch unbestimmten Coefficienten als gegeben an, wie es bei allen ähnlichen Aufgaben zu geschehen pflegt, und von dem Hauptmann Otto in seiner „Mathematischen Theorie des Ricochettschusses", jedoch mit Benutzung eines quadratischen Luftwiderstandes ausgeführt ist, wo sich denn durch Differenciirung derselben folgende Gleichung findet:

$$y=\left(\frac{dy}{x}\right)_0 x+\left(\frac{d^2y}{x}\right)_0 \frac{x^2}{2'.}+\left(\frac{d^3y}{x}\right)_0 \frac{x^3}{3'.}+\left(\frac{d^4y}{x}\right)_0 \frac{x^4}{4'.}+\ldots\ldots$$

wozu die betreffenden Coefficienten aus den vorhandenen Differencialgleichungen der Bewegung des Geschosses entnommen werden müssen. Die Bestimmung dieser Coefficienten ist keinen Hindernissen des Calcüls unterworfen, erfordert aber eine mühevolle Entwickelung, da, wegen der zu erwartenden Form der drei Kräfte W, R und Q, die dritte Ableitung schon eine voluminöse Gestalt erhalten wird, weshalb

denn auch die Berechnung der numerischen Größe der bezüglichen Coefficienten keine leichte Arbeit sein kann.

Daß die sich bildende Reihe convergent sein müsse, kann nicht bezweifelt werden, ob sie aber schnell convergirt, darüber kann nur die Zukunft Aufschluß geben, obgleich sich jetzt schon nachweisen läßt, daß dieses weniger bei einem hohen als bei einem flachen Bogenwurfe der Fall sein müsse.

Die practische Anwendung der sich bildenden Gleichung erfordert dann aber noch die Ausrechnung von Tafeln, aus denen die Zahlenwerthe der betreffenden Coefficienten für die jedesmaligen Größen des Elevationswinkels, der Anfangsgeschwindigkeiten von v und w, und des Gewichtes, Durchmessers und Trägheitsmomentes des Geschosses entnommen werden können; und lassen sich die gesuchten Schußweiten und größten Wurfhöhen dann doch nur durch directes Untersuchen einiger Werthe von x, und entsprechende Veränderung der neu zu untersuchenden Werthe, um immer genähertere Werthe zu erhalten (was am leichtesten mit Hülfe einer Zeichnung auszuführen) finden.

Auf demselben Wege wird man auch die Elemente der Bahn eines Ricoschettschusses durch directes Untersuchen und Corrigiren der betreffenden Werthe bestimmen müssen, weil eine analytische Behandlung der betreffenden Fragen zu große Schwierigkeiten bieten würde.

Durch Differenciiren der Coordinatengleichung der Bahn erhält man die Tangente des Winkels, welchen die örtliche Richtung der Bewegung mit der Horizontalen macht, in die betreffende Entfernung ausgedrückt, weshalb sich der Einfallwinkel, den das Geschoß mit dem Horizonte macht, leicht berechnen läßt.

Wollte man aber die Zeit, welche das Geschoß auf seiner Bahn gebraucht, so wie noch die Endgeschwindigkeiten der Bewegung des Mittelpunktes und der Rotation um denselben bestimmen, so würde man dabei auf so verwickelte Formeln stoßen, daß deren weitere Behandlung wahrscheinlich aufgegeben werden müßte. Am wichtigsten ist eine Berechnung der Endgeschwindigkeit des Mittelpunktes, da

diese die Perkussionskraft des Geschosses bedingt. Diese läßt sich mit genügender Genauigkeit bestimmen, wenn man betrachtet, daß nur die Größen des zu durchlaufenden Weges, der Anfangsgeschwindigkeit und des Widerstandes W darauf Einfluß haben, weil der Einfluß der andern Käfte auf die Endgeschwindigkeit schon durch die Größe der Bahn gegeben ist, und die directe Wirkung der Schwere auf dieselbe sich aufhebt. Mißt man daher graphisch die Länge der Curve in der entworfenen Zeichnung (eine Berechnung der Länge ist nicht ausführbar), so kann man diesen Weg des Geschosses als eine grade Linie betrachten, und dann die Integration der verzögerten Bewegung des Geschosses leicht ausführen. Für den Fall, daß man keine Rotation berücksichtigt, läßt sich die Endgeschwindigkeit auch direct finden, da sich durch eine zweite Differenciation der Coordinaten-Gleichung und Benutzung der anderweit bekannten Werthe die Gleichung der örtlichen Geschwindigkeit des Geschosses leicht herstellen läßt.

Dieser Weg zur Bestimmung der Bahn eines rotirenden Geschosses muß als der allein zum Ziele führende angesehen werden, da eine Integration der bezüglichen Differencialgleichungen bei der zu erwartenden Form der auf das Geschoß einwirkenden Kräfte nie gelingen wird. Erfordert auch die nähere Berechnung der Bahn des Geschosses viel Arbeit, so muß doch die Bestimmung dieser Kräfte als der schwierigere Theil der Aufgabe angesehen werden, da sich bei der nähern Bearbeitung des Luftwiderstandes gegen ein rotirendes Geschoß Hindernisse ergeben, die nur durch einen feinern Calcül beseitigt werden können.

Wünschte man aber die Gleichungen der doppelt gekrümmten Curve näher zu bestimmen, welche das Geschoß durchwandert, wenn die Rotationsachse in der lothrechten Visirebene liegt, so müßte ein ähnlicher Weg zur Erlangung derselben eingeschlagen werden. In Bezug auf diesen Fall läßt sich jetzt schon nachweisen, daß die Größe des zu durchlaufenden Weges, die Zeit des Wurfes, und die Endgeschwindigkeit des Geschosses unverändert bleiben werden, wenn auch die lothrechte Ebene, in welcher das nicht rotirende Geschoß sich bewegen würde, eine Krümmung nach horizontaler Richtung durch die

Rotation erhalten hat, weshalb die Weite des Wurfes um so geringer werden muß, je mehr das Geschoß zur Seite abweicht. Die Berechnung dieser Aufgabe wird dadurch aber noch verwickelter, daß die Größe der Kraft R jetzt variirt, weil in diesem Falle die immer parallel mit sich voranschreitende Rotationsachse ihre normale Lage gegen die Richtung der Bewegung des Mittelpunktes mehr und mehr verläßt, und dadurch diese Rotation sich jener nähert, bei welcher die Unebenheiten der Oberfläche eine schraubenförmige Bahn beschreiben, und die deshalb keinen Einfluß auf die Bewegung des Geschosses ausübt. Die genaue Darstellung dieser doppelt gekrümmten Curve verspricht der Waffe jedoch wenig Nutzen, weshalb diese Aufgabe ohne Nachtheil unaufgelöset bleiben kann.

Köln, den 10ten December 1840.

XVI.

Angabe einiger bemerkenswerthen Umstände aus den von englischen und französischen Truppen geführten Belagerungen spanischer Festungen in den Jahren 1808 — 1813.

(Aus dem Niederländischen Spectator.)

(Fortsetzung.)

Belagerung von Ciudad Rodrigo durch die Engländer im Jahre 1812.

Diese Festung war Ende September von dem Armeecorps des Marschalls Marmont mit Lebensmitteln versehen worden. Der Herzog von Wellington, welcher sie damals schon blockirte, war zum Rückzuge genöthigt gewesen.

Die Franzosen hatten dieselbe seit ihrer Eroberung durch den Marschall Massena im Jahre 1810 in vertheidigungsfähigen Zustand gebracht. Auf der Höhe Teso, die besonders vortheilhaft für den Angriff lag, war eine pallisadirte mit 2 Kanonen und 1 Haubitze armirte Erdlünette aufgeworfen worden, die 50 Mann Besatzung hatte, und von einer Batterie auf der Terrasse des Klosters St. Francois bestrichen wurde. Das Kloster St. Cruz, links der nördlichen Front, war crenelirt und für einen Infanterieposten eingerichtet. Diese Front war mit 48 Geschützen, von denen ein großer Theil Mörser und Haubitzen, armirt, unter deren Feuer alle Stellen auf den Höhen Teso lagen, die der Feind zum Beginn seiner Annäherungsarbeiten wählen

konnte. Der übrige Theil des Hauptwalls wurde durch 71 Geschütze vertheidigt. Die Magazine waren gut verproviantirt, die Besazzung betrug aber nur 1800 Mann. Der General Barrié war Commandant.

Der Herzog von Wellington, der seinen Plan, sich Ciudad Rodrigo's zu bemächtigen, keineswegs aufgegeben hatte, ließ in Almeida die nöthigen Vorbereitungen zur Belagerung treffen. Der hier zusammengebrachte Belagerungspark bestand aus:

34 24pfündigen Kanonen,
4 18pfündigen ,
16 24pfündigen eisernen Haubitzen;

letztere wurden jedoch nicht mitgeführt. Außerdem waren vorhanden: 2200 Stück Pioniergeräthschaften, 1100 Schanzkörbe, 600 Faschinen, 30000 Sandsäcke und ein Brückentrain von 18 Böcken.

Die Concentrirung der französischen Truppen in der Richtung auf Valencia wurde für die Unternehmung auf Ciudad Rodrigo als sehr günstig betrachtet. Der Herzog von Wellington ließ demzufolge seine Armee am 4. Januar 1812 aufbrechen; alle Wagen und andere Fahrzeuge der Gegend, sowie ungefähr 5000 Ochsen, wurden zum Transport des Belagerungsparks requirirt.

Am 8ten Januar war die Festung eingeschlossen und wurde sogleich von dem englischen Feldherrn recognoscirt.

Dieser beschloß alsdann, nach Masseña's Beispiel, dieselbe von der Nordseite, d. h. von den beiden Höhen von Teso, wo die Mauern gesehen und Bresche gelegt werden konnte, anzugreifen.

In diesem Sinne wurde nun der Angriffsplan entworfen, und dabei bestimmt, daß die Lünette auf dem großen Teso mit Sturm genommen werden sollte, um in derselben eine Einwohnung mit einer Communication rückwärts zu erbauen. Erstere sollte alsdann rechts verlängert und zu einer Parallele gebildet werden, um in derselben die für Aufstellung von 33 Kanonen erforderlichen Batterien anzulegen. Zum Breschelegen in der Fausse-braye und dem Hauptwall wurde der Bau einer Batterie auf dem kleinen Teso angeordnet. Da aber zu erwarten stand, daß der Feind hinter den Breschen einen Abschnitt erbaut haben würde, wollte man, sobald die Belagerung sich der Entscheidung näherte, eine zweite Breschbatterie errichten, um

in einen andern ſchwachen Punkt ſchnell Breſche zu legen und zu ſtürmen.

In der Nacht vom 8. auf den 9. Januar wurde die erwähnte Lünette von einer 300 Mann ſtarken Colonne, die eine Anzahl Faſchinen in den Graben warfen, damit die Palliſaden bedeckten und ſo die Bruſtwehr erſtiegen, plötzlich überfallen, während eine zweite eben ſo ſtarke Colonne gleichzeitig durch die Kehle in dieſelbe eindrang. Nur 4 Mann der Beſatzung entkamen, die übrigen mußten die Waffen ſtrecken. Der Verluſt der Engländer bei dieſer Gelegenheit betrug 3 Officiere 16 Mann an Verwundeten und 6 Mann an Todten; von der Beſatzung waren nur 2 Mann geblieben.

Die Artillerie des Hauptwalls und des Kloſters St. Francois richtete in der Vermuthung, daß die Engländer ſich in derſelben logiren würden, die ganze Nacht hindurch ein heftiges Feuer auf die Lünette. Die Belagerer hatten dies aber vorhergeſehen, ſich einigermaßen hinter der Höhe eingegraben, und bildeten gleichzeitig eine Communication nach der Redoute, wozu 700 Arbeiter verwendet wurden. Während des Tages wurden dieſe Arbeiten rechts verlängert, und zu einer vollſtändigen Parallele gebildet, deren Entfernung vom Glacis ungefähr 720 Schritt betrug. Etwas vorwärts dieſer Parallele wurde in der folgenden Nacht der Bau von drei Batterien, jede für 11 Geſchütze, angefangen. Bei Tagesanbruch bemerkte man aber, daß ein Theil der erſten Batterie vollſtändig durch die Lünette maskirt und dieſe Arbeit alſo verſchwendet war. Man hatte es nämlich verſäumt, die Lage der Batterien bei Tage durch eine Trace zu bezeichnen.

Die Feſtungsartillerie feuerte lebhaft, und warf viele Bomben und Granaten auf die Bauplätze. Etwa 30 auf der Angriffsfront vertheilte Wallbüchſen unterhielten gleichzeitig ein gutgezieltes Feuer.

Sobald die erſte Parallele vollendet war, wurde die Laufgrabenwache auf eine tägliche Stärke von 1500 Mann feſtgeſetzt, vermuthlich $\frac{1}{3}$ der Beſatzung. Die Arbeiterzahl wurde ebenfalls in den erſten Tagen durchgehends auf 12000 Mann beſtimmt, die bewaffnet zur Arbeit marſchirten.

Das ſtarke Artilleriefeuer verhinderte die Engländer aus der Parallele vorzugehen; an der Verbindung der Batterien wurde aber mit

Eifer gearbeitet. Das Kloster St. Cruz hielt vorzugsweise das Vorrücken am rechten Flügel der Parallele auf, so daß der englische Feldherr Befehl gab, dasselbe mit Sturm zu nehmen. Die 50 Mann starke Besatzung wurde denn auch in der Nacht vom 13. zum 14. überfallen, und mit Verlust von einigen Mannschaften in die Festung gedrängt. Die Engländer benutzten dasselbe, um eine Communication vorwärts bis zum kleinen Teso herzustellen und dort eine zweite Parallele zu beginnen.

Einige Stunden später machte die Besatzung einen Ausfall auf dieser Seite mit 500 Mann, die sich des Klosters eben so schnell wieder bemächtigten, weil sich die Engländer nicht gehörig in demselben festgesetzt hatten. Ein großer Theil der angefangenen Arbeit wurde zerstört. Der Ausfall wurde nämlich gerade zu der rechten Zeit unternommen, als die Arbeiter zur Ablösung abmarschirt waren. Als die Reserve der Engländer heranrückte, zogen sich die Franzosen wieder zurück, da sie ihren Zweck ohne Menschenverlust erreicht hatten.

Am 14. während des Tages wurden die Batterien armirt, und begannen Nachmittags um 4 Uhr ihr Feuer mit starken Ladungen, um sogleich eine Bresche zu schießen. An das Dämpfen des Feuers der Festungsartillerie wurde nun auch nicht gedacht; der Herzog von Wellington gab aber Befehl, die Vollendung der auf dem kleinen Teso angefangenen Parallele möglichst zu beschleunigen, damit dieselbe eine starke Besatzung, welche durch lebhaftes, anhaltendes Gewehrfeuer das Aufräumen der Breschen verhindern sollte, aufnehmen könne. Fünfundzwanzig 24pfdge Kanonen richteten vier Tage hintereinander ununterbrochen ihr Feuer auf die Mauern und öffneten eine beinahe 33 Ellen breite Bresche. Diese Batterie lag ungefähr 700 Schritt entfernt, und die Mauer war seit 1810 neu aufgemauert, weshalb sie wenig Widerstand leistete. Zwei andere Geschütze beschossen das Kloster St. Francois.

Unterdeß hatte der Gouverneur der Festung am 15. bei Anbruch der Nacht das Kloster St. Cruz wieder räumen lassen, weil er befürchtete, daß die Besatzung abgeschnitten werden würde, und die Engländer sich auch schon zu tief eingeschnitten hatten, als daß man ihnen an dieser Seite durch Gewehrfeuer hätte hinderlich sein können.

Kaum war dies Kloster verlassen, als auch schon St. Francois von einer englischen Colonne durch Leitererersteigung genommen wurde. Die französische Besatzung hatte sich, nachdem sie die Geschütze vernagelt, zurückgezogen. Die bei der Einnahme des Klosters St. Crux empfangene Lehre hatte zur Folge, daß die Engländer sich sogleich in demselben verschanzten. Von den Franzosen wurden dann eine Menge Leuchtkugeln nach dieser Seite geworfen, um die Arbeiten der Belagerer übersehen zu können. Letztere hatten aber eine Anzahl Arbeiter mit Sandsäcken zum Dämpfen derselben in Bereitschaft.

Zur Ausführung des letzten Theils des Angriffsplans fingen die Engländer etwas links und vorwärts der drei ersten Batterien den Bau einer andern für 7 24pfündige Kanonen an. Diese sollte einen alten steinernen Thurm links der großen Bresche, dessen Mauern nicht hinreichend durch die Fausse-braye gedeckt waren, niederwerfen. In zwei Tagen war eine 10 Ellen breite Oeffnung zu Stande grbracht. Die Vertheidiger arbeiteten aber mit Eifer an einem Abschnitt hinter dieser neuen Bresche, während das ungeschwächte Feuer der Festung die weitere Annäherung verhinderte. Als die Breschen practicabel waren, ließ der Herzog v. Wellington die Festung auffordern, erhielt aber eine abschlägige Antwort.

Von diesem Augenblick (den 18ten) an erwartete der General Barrié einen allgemeinen Sturm, wogegen er folgende Maaßregeln traf: drei Kompagnien wurden mit Vertheidigung der großen Bresche beauftragt; 2 24pfdge Kanonen, die demontirt auf der Krone der Bresche lagen, wurden so gerichtet, daß sie die Böschung derselben bestrichen, und mit Kartätschen geladen. Mehrere durch eine Zündwurst mit einander verbundene Sturmsäcke wurden auf der Mitte des Abhangs unter dem Schutt vergraben. Eine große Anzahl Granaten und Bomben lag auf der Krone zum Hinunterrollen bereit. In einer alten Poterne ließ man einige Pulvertonnen aufstapeln, um sie in die Luft fliegen zu lassen, sobald man zum Rückzuge gezwungen sein würde. Die ganze Fausse-braye wurde mit Infanterie besetzt und die kleine Bresche sollte von einer Voltigeur-Compagnie vertheidigt werden. Der Gouverneur wählte mit dem Stabe und einer kleinen Reserve seinen Standpunkt zwischen beiden Breschen um auf Alles vorbereitet zu sein.

Die Besatzung der Laufgräben begann zur bestimmten Stunde ein heftiges Gewehrfeuer mit den Vertheidigern der Faussebraye zu eröffnen. Gleichzeitig wurde das Schloß angegriffen, während ein englisches Regiment an der Seite des Klosters St. Cruz debouchirte, den großen Eingang forcirte und die Faussebraye auf Leitern erstieg. Ein zweites Regiment, das links vom Kloster heranrückte, stürmte ebenfalls die Faussebraye, jedoch etwas näher bei der großen Bresche. Der franz. Gouverneur eilte persönlich nach dem bedrohten Punkte (der beständige Platz für einen Festungs-Commandanten), und ließ die hier bereit liegenden Bomben und Granaten auf die Stürmenden werfen; als er aber sah, daß dieser Punkt nicht zu halten sei, begab er sich auf die Krone der Bresche, um die Vertheidiger durch seine Gegenwart anzufeuern. Eine dritte, aus der zweiten Parallele kommende Colonne vereinigte sich nun mit ihren Cameraden, die sich der Faussebraye bemächtigt hatten, um zusammen die große Bresche zu ersteigen. Diese drangen in Masse vorwärts, wurden aber durch den heftigen Widerstand und den Regen von Bomben und Granaten zweimal abgeschlagen. Die Sprengwirkung der Sturmsäcke ging indeß verloren, weil sie zu früh entzündet waren. Beim drittten Angriff blieben die Stürmenden Herr der Bresche; die Vertheidiger zogen sich in den Abschnitt zurück, wo sie Stand hielten. Unterdeß war eine vierte Colonne längs des Klosters St. Francois debouchirt, hatte die kleine Bresche auf dieselbe Weise gestürmt, und sich derselben sehr bald bemeistert. Von hier verbreiteten sich die Engländer in die Stadt. Sobald die Vertheidiger der großen Bresche dies bemerkten, entzündeten sie die Mine in der Poterne, die eine schreckliche Zerstörung und viel Verwirrung unter den Stürmenden hervorbrachte, und gingen dann, sich von Haus zu Haus vertheidigend, nach dem Schloß zurück, wo sie sich ergaben.

Die Verwüstung und Plünderung der Stadt war nicht zu hindern; der Herzog von Wellington sah sich selbst gezwungen, dieselbe bis auf einige Wachen räumen zu lassen, damit die Ruhe hergestellt und das Feuer gelöscht werden konnte*).

*) Dieses von den Engländern veranlaßte Feuer dauerte 10 Tage, und drohte die ganze Stadt zu vernichten.

Die Engländer verloren bei dieser Belagerung 9 Officiere und 217 Mann an Todten, 84 Officiere, 1000 Mann an Bleſſirten; der Sturm allein koſtete 800 Todte und Verwundete.

Die Artillerie hatte verſchoſſen:

8950 24pfdge Kugeln,
565 18pfdge „

Jones macht zu dieſer Belagerung folgende Bemerkungen.

Das Gelingen derſelben muß zugeſchrieben werden:

1) der geſchickten Leitung der Belagerungsarbeiten,
2) der Anwendung einer hinreichenden Menge von Streitmitteln,
3) der größeren Geübtheit der zum Sappeurdienſt beſtimmten Mannſchaften, die darin regelmäßigen Unterricht erhalten hatten.

Dies zuſammengenommen war die Urſache, daß man die Angriffsarbeiten in geringer Zeit und unter heftigem Feuer ziemlich weit vorwärts führen konnte, weiter als bei irgend einer andern bis jetzt von den Engländern unternommenen Belagerung. Das Belagerungsmaterial wurde von einer ſehr guten Artillerie bedient; die Stärke des Belagerungscorps ſtand mit der der Garniſon im richtigen Verhältniß.

Auf den Bau der Batterien hat man zwar viel mehr Zeit verwendet, als dieſe Arbeit gewöhnlich erfordert; dies muß aber der geringen Ausdehnung der erſten Parallele, die den Belagerten alſo eine beſchränkte Front darbot, worauf ſie ein kräftiges Wurffeuer unterhielten, zugeſchrieben werden. Gewöhnlich fielen 3 bis 4 Bomben in einer Stunde auf die Bruſtwehren, die wie Minen wirkten, und fortwährend bedeutende Ausbeſſerungen nothwendig machten. Man mußte deshalb die Bruſtwehren ſehr verſtärken, was lange aufhielt. Die Arbeiter hatten bis zu ihrer Ankunft in den Laufgräben einen Marſch von 8 engliſchen Meilen zurückzulegen, und kamen alſo ermüdet an, was ebenfalls die Arbeit verzögerte.

Die Franzoſen, von der Schwäche des angegriffenen Punktes überzeugt, hatten 48 Geſchütze auf demſelben vereinigt, aus denen ſie während der Belagerung:

8000 12ſ und 16zöllige Bomben,
3000 6ſ und 8zöllige Granaten und
10000 Kugeln

verſchoſſen hatten. Dieſe Artillerie wurde gut bedient und hatte weder durch Ricoſchett- noch Demontirfeuer gelitten.

Ciudad-Rodrigo hatte alſo mit 1800 bis 2000 Mann Beſatzung eine Belagerung von 12 Tagen mit geöffneten Laufgräben ausgehalten, während es 1810, mit nur 6000 Mann ſtarker Garniſon, in 24 Tagen erlag.

Fortſetzung folgt.

XVII.

Ueber die neuerfundene amerikanische Dampfmaschine zum Ausgraben und Wegräumen von Erdmassen.

(Nebst einer Zeichnung.)

In dem **Mining-Journal** (No. 409) und aus diesem in dem **Moniteur industriel** ist die Beschreibung dieser von den Herren Carmichael, Fairbanks und Otis in Amerika erfundenen und auf der Eastern-Counries-Eisenbahn in Thätigkeit gesetzten Maschine enthalten.

Um über diese Maschine ein reifes Urtheil herbeizuführen, stellten die Erfinder sie in England auf, und bei den dort gemachten Versuchen hat sie binnen zwei Monaten täglich im Durchschnitt 29,000 Cubikfuß oder 210 Schachtruthen Erde ausgegraben und weggeräumt. Da bei dieser Arbeit nur 2 Mann angestellt waren, so ersetzten diese die Leistungen von 180 Arbeitern mit Hakken und Schaufeln.

Bei einem Versuch, dem der Berichterstatter des **Mining-Journal** beiwohnte, hob die Maschine jedesmal in 40 Sekunden eine Erdmasse von 56 Cubikfuß, also das Maaß von 4 zweispännigen Erdfuhren aus, und leerte dieselbe ohne alles Stoßen und Schwanken aus. — Die Maschine arbeitet in gerader Richung und rechts und links, in einem Halbzirkel von 15 Fuß Radius: sie gräbt daher, ohne verschoben zu werden, einen Erdstreifen von 30 Fuß Breite aus.

Die Maschine ist auf 8 Pferde Kraft berechnet. Ihre Gesammtkosten belaufen sich auf 1000 Pfund Sterling = 6828 Rtl. pr. Cour. Die täglichen Kosten bei 12 Stunden Arbeit betragen mit Einschluß der Abnutzung der Maschine, der Zinsen für das Anschaffungscapital

der Maschine und der unvorhergesehenen Ausgaben, 15 Rtl. 22 Sgr. Da nun das Ausgraben durch Menschen wenigstens 60 Rtl. kosten würde, so werden durch sie 75 pCt. der sonstigen Aushebungskosten erspart.

Außerdem aber ist ein Zeitgewinn von 90 pCt., so wie die Möglichkeit vorhanden, auch bei Nacht zu arbeiten, indem man auf dem Krahn derselben ein Licht befestigt, welches sich mit demselben dreht und die auszugrabende Stelle beleuchtet.

Mit Hinweisung auf beifolgende Zeichnung (Tafel II. Fig. 2) zeigt **A** und **B** die Maschine und den Kessel, wodurch die verschiedenen mechanischen Theile in Bewegung gesetzt werden.

aa. Ist der hölzerne Rahmen, mit Rädern versehen, womit die ganze Maschine auf einer provisorischen Bahn von einer Stelle zur andern vorangeschafft wird, während die Schaufel die Erde aushebt und zur Seite bringt.

bb. Ist der Krahnenpfosten, an dessen oberem Ende sich der Krahnenarm **cc** befindet, welcher durch den diagonalen Balken **dd** unterstützt wird, der seinerseits dazu dient, um verschiedenes Räderwerk zur Hervorbringung der erforderlichen Bewegung der Schaufel zu tragen.

An jedem Ende des Krahnens sind Rollen angebracht, worüber eine Kette **ee** von der Schaufel **ff** aus hingeht, die sich zu dem Mittelpunkt des Krahnenpfostens und unter der Leitrolle **g** bis zu einer Welle erstreckt, an welche ein großes gezahntes Rad **h** befestigt ist, welches in die Triebwelle eingreift, woran das Schwungrad **C** befindlich ist.

Die Schaufel ist durch bewegliche Scharnire, welche an beiden Enden mit Ketten versehen sind, mit dem gabelförmigen Ende des Diagonalarms **ii** verbunden. Die Ketten winden sich einmal um Rollen, welche sich an der Achse des gezahnten Rades **k** befinden, und dadurch, daß die besagte Achse in Bewegung gesetzt wird, werden die Diagonalarme **ii** und folglich auch Schaufel **f** nach aufwärts oder abwärts in Thätigkeit gebracht. Das Ende der Schaufel ist durch Bänder mit deren andern Theilen verbunden, und während des Ausgrabens durch einen Schraubenbolzen in entsprechender Lage erhalten; dieser Bolzen kann herausgezogen werden, wenn die gefüllte Schaufel

durch die Kette ee gehoben und rund herum zur erforderlichen Stelle geschwungen worden ist, worauf alsdann die Schaufel aufschnappt, und sich in einen Karren oder sonstigen Behälter entleert.

Auf der Achse der Leitrolle an der Spitze des Krahnenpfostens ist ein conisch gezahntes Rad l, eingreifend in ein ähnliches Rad, das auf eine diagonale Achse m befestigt ist, an deren unterem Ende sich ein conisches Triebrad befindet, das in ein anderes an die Achse des Getriebes n befestigtes Rad eingreift, welches letztere mittelst Handhebel in und außer Verbindung mit dem Rade k gesetzt werden kann, durch welche Einrichtung die Kette c, indem sie über die Leitrolle geht und dieser eine umschwingende Bewegung mittheilt, das Triebrad l und die Achse m zum Umdrehen veranlaßt, und dabei vermittelst des Getriebes n und des Rades k die erforderliche Bewegung des Diagonalarms ii und der Schaufel f hervorbringt, während der Aufseher durch Anwendung des mit dem Getriebe n in Verbindung stehenden Handhebels die Bewegung jeden Augenblick einzuhalten vermag.

Die horizontale Bewegung oder Schwingung um den Krahnen herum wird durch die gleich einem Hufeisen gestaltete Rolle oo bewirkt, welche mit Kreuzstäben an dem Krahnen befestigt ist; an dieser Rolle sind die beiden Enden einer Kette pp befestigt, welche, nachdem sie um die Peripherie gegangen ist, durch die Leitrollen qq herabgeführt wird, und sich einmal um eine durch Räderwerk getriebene mit der Maschine in Verbindung stehende Achse herumwindet.

Dieses Räderwerk kann mittelst eines Handhebels in und außer Verbindung mit dem Hauptmotor durch den Aufseher gesetzt werden; durch diese Einrichtung wird die Kette pp nach Willkür in Gang gebracht, wodurch die Pferdehuf-Eisenrolle oo und gleichzeitig mit dieser der Krahnen und die Schaufel nach den Seiten gebracht wird. Die Maschine wird auf einer provisorischen Bahn durch das gezahnte Rad r, welches an die Achse der Laufräder befestigt ist, vorwärts getrieben. Wenn die Operation des Ausgrabens beginnt, so wird durch das Loslassen der Kette ee die Schaufel veranlaßt, eine fast senkrechte Lage anzunehmen, so daß die Zacken auf die Erde gerichtet sind; die Bewegung theilt sich alsdann dem übrigen Räderwerk mit; die Kette ee wird nach und nach angezogen und windet sich um die Welle, während welcher Operation sich die Arme ii in Bewegung setzen

und die Schaufel in die Erde forciren. Sobald die Schaufel mit Erde gefüllt ist, wird sie in die Höhe gehoben und in einen an der Seite befindlichen Wagen ausgeleert.

Zur Bedienung der Maschine sind nur 2 Aufseher und 1 Wasserträger erforderlich.

Da diese Maschine jedenfalls für große Festungsbauten von hoher Wichtigkeit ist, so wäre es wünschenswerth, daß man sie baldigst näher durch den Augenschein kennen lernte, um zu beurtheilen, ob ihre Uebersiedelung auf das feste Land rathsam sei.

Es versteht sich von selbst, daß sie nicht für kleine stückweise Erdaushebungen anwendbar ist, so wie sie auch keineswegs ausschließt, daß zum Wegbringen der von ihr ausgehobenen Erdmassen Schienenbahnen mit Fuhrwerk, so wie jede andere Vorrichtung anwendbar sind, woran in den Königl. Preuß. Festungen in der jüngsten Zeit bemerkenswerthe Versuche und Resultate vorgekommen sind.

XVIII.

Veränderungen und Einrichtungen in der Organisation und dem Material der Preuß. Artillerie.

I. Schießpulver.

1) Geschälte weidene Bände zu Pulvertonnen. Durch Versuche hat sich bestätigt, daß geschälte weidene Tonnenbände den Vorzug vor ungeschälten verdienen, indem bei ersteren der Wurmfraß fast gar nicht, oder doch nur höchst selten vorkommt, mithin durch die Anwendung derselben nicht bloß Kostenersparniß, sondern auch Verminderung der Arbeiten in den Depots eintritt.

Daher sollen bei allen Neuanfertigungen von Pulvertonnen, so wie bei vollständigem oder theilweisem Ersatz der Reifen an alten Pulvertonnen immer geschälte weidene Bände verwendet werden, und zwar so viel als möglich solche, welche aus im Winter geschnittenen Bandstöcken hergestellt sind, weil diese eine größere Dauer haben, als die in den Sommermonaten geschnittenen.

2) Das Pulversonnen soll fortan nicht, wie bisher, in einem Turnus von 2 bis 2 Jahren, sondern in einem Turnus von 8 bis 10 Jahren stattfinden, in allen den Fällen, wo die Aufbewahrungslocale trocken und zur guten Erhaltung der Bestände geeignet sind.

II. Geschützröhre.

1) Ebene auf den Röhren für den Quadranten. Da es bei den Mörsern, besonders bei den schweren, für die Bedienungs-

Nummern 4 eine höchst schwierige Aufgabe war, Behufs der Höhenrichtung den Quadranten an der Mündungsfläche anzusetzen, und gleichzeitig auch mit der Richtmaschine die nöthigen Veränderungen vorzunehmen, so wurde schon im Jahr 1840 angeordnet, daß das Aufsetzen des Quadranten durch den Unterofficier geschehen, und daß demzufolge der Quadrant nicht mehr auf der Mündungsfläche, sondern auf dem Mittelstück des Mörsers aufgesetzt werden solle. — Damit nun aber der Quadrant hier eine sichere Stellung erhalten könne, erschien es wünschenswerth, auf dem Mittelstück eine kleine Ebene anzubringen, die parallel mit der Seelenachse sei, und senkrecht zur Visirebene stehe. Versuchsweise wurde eine solche Ebene bei den Mörsern angebracht, die im Jahr 1841 zu den Exercier- und Schießübungen dienten. Man fand bei den Uebungen, daß diese Anordnung in jeder Beziehung günstig für die Herstellung einer guten Richtung war, da nicht bloß diese Ebene durch ihre Beschaffenheit an sich in den meisten Fällen ein richtigeres Aufsetzen des Quadranten erlaubt, als die Mündungsfläche, die oft von Hause aus nicht ganz eben ist, oder doch durch angesetzten Pulverschleim oder durch das an der Mündung hervorgetriebene Metall ihre Ebenheit verliert, sondern da auch die Manipulationen beim Gradenehmen durch die neue Einrichtung erleichtert werden, indem der an der linken Seite des Mörsers stehende Unterofficier nicht durch die vor und neben der Mündung beschäftigten Bedienungsmannschaften behindert wird, die Stellung des Quadranten auf dem Mittelstück auch zum Ablesen der Grade bequemer ist, als die auf der Mündung.

Wenn somit diese Einrichtung sich bei den Mörsern als vortheilhaft erwies, so mußte sie bei denjenigen Rohrgeschützen, bei welchen die Anwendung des Quadranten nicht entbehrt werden kann, noch aus anderen Gründen als nothwendig erscheinen; denn bei diesen wird, wenn sie durch Scharten feuern, das Ansetzen des Quadranten an der Mündungsfläche ganz unausführbar, und daher die Anbringung einer dazu geeigneten Ebene an der Außenfläche des Rohrs um so nöthiger, da diese bei mehreren Röhren keine cylindrischen, sondern nur conische Formen hat. Daher soll nunmehr auf sämmtlichen sowohl broncenen als eisernen Mörser-, Haubitz- und kurzen 24pfdgen Kanonenröhren (mit Ausschluß aller übrigen Kanonen-, so wie der

Schaft-, Hand- und Steinmörser-Röhren) durch Abnahme von Metall eine Ebene zum Aufsetzen des Quadranten angebracht werden. Bei den Mörsern wird die Ebene auf dem Mittelstück angebracht, bei den Haubitzen und 24pfdgen Kanonen aber auf dem Bodenstück, indem alsdann die Geschützräder die Annäherung des Richtenden, und die Henkel die Anfertigung der Ebene nicht behindern. Die Ebene bestehet in einem segmentartigen Abschnitt von dem betreffenden Theil des Geschützrohrs, und gestattet sowohl die Anwendung des Pendel-, als des Libellen-Quadranten. Sie muß senkrecht zur Visirebene stehen und mit der Seelenachse parallel laufen, was bei wagerechter Lage der letzteren vermittelst der Gradwage oder eines guten Libellen-Quadranten zu prüfen ist. Bei mehreren Geschützröhren fällt die Ebene zum Theil in das Schild für den Königlichen Namenszug, ohne daß dies schädlich ist, indem sich genug Punkte in der Ebene bilden werden, um einen festen Stand für den Quadranten zu erhalten. Auf den Ebenen der Mörserröhren, die über die ganze Länge des Mittelstücks reichen, sind die Visir-Einschnitte wieder anzugeben.

Die Schaft-, Hand- und Steinmörserröhre bedürfen dieser Ebene nicht, weil die Einrichtung dieser Röhre und ihrer Lafseten bei jedem nur eine bestimmte Elevation zuläßt. Die Kanonenröhre aber (excl. des kurzen 24Pfünders) sind deshalb von dieser Maaßregel ausgenommen, weil bei ihnen der Gebrauch des Quadranten in der Regel nicht vorkommt, und daher kein genügender Grund vorhanden ist, um die bei der bedeutenden Anzahl der Kanonenröhre nicht unerheblichen Kosten einer solchen Einrichtung, die besonders bei eisernen Röhren nicht ohne technische Schwierigkeiten ist, so wie die Schwächung der Metallstärke, die namentlich bei den leichten Calibern Berücksichtigung verdient, zu rechtfertigen.

2) Broncene 25pfündige Mörserröhre. In Folge der Band XIII., 2 mitgetheilten Construction-Veränderungen des eisernen 25pfündigen Mörserrohrs sind analoge Veränderungen auch bei dem broncenen Rohre eingetreten. Dasselbe hat also gegenwärtig ebenfalls die Schildzapfen am Boden, einen halbkugelförmigen Kammerboden, keine Zündmuschel und ein etwas größeres Gewicht. Außerdem haben die Henkel eine Gestalt und Stellung erhalten, welche eine vortheilhafte Richtung der Kraft und einen bequemen Gebrauch der

Hebebäume bezwecken; da sie weiter geöffnet sind, als bei dem alten Rohr, so hat das Mittelstück etwas länger construirt werden müssen, jedoch ist die Totallänge des Rohrs nicht geändert worden.

III. Laffeten und Fahrzeuge.

1) Nicht völlig trockenes Holz ist nach der Verarbeitung nicht sofort anzustreichen, sondern vorerst nur einzuölen. — Da es oft nicht thunlich sein wird, zu Laffeten, besonders zu denen, deren Wände eine bedeutende Stärke haben, vollkommen trockenes Holz zu verarbeiten, so wird, wenn dergleichen Hölzer unmittelbar nach der Verarbeitung den gewöhnlichen Farbenanstrich erhalten, wodurch die Poren des Holzes mehr oder weniger verschlossen werden, der darin noch vorhandene Holzsaft ein inneres Verstocken hervorbringen. Die Erfahrung bestätigt dies häufig; und da die angestrichenen äußeren Flächen dabei untadelhaft erscheinen, so wird dieses innere Verstocken des Holzes bei den Revisionen gewöhnlich erst dann zu bemerken sein, wenn dasselbe schon bedeutend um sich gegriffen hat.

Wenn man aber, um diesen Nachtheil zu vermeiden und das vollständige Austrocknen von dergleichen Hölzern möglich zu machen, dieselben während der Aufbewahrung in den ersten Jahren nach der Verarbeitung ganz ohne Anstrich lassen wollte, so würden dieselben wieder dem Einfluß der Luft und Feuchtigkeit ganz preisgegeben sein.

Es entstand die Frage, ob bei dergleichen Hölzern nicht ein bloßes Tränken derselben mit Leinöl, unmittelbar nach der Verarbeitung, den Vorzug haben werde, dieselben gegen den Einfluß der Luft und Feuchtigkeit hinlänglich zu schützen, ohne doch die Poren des Holzes dergestalt zu schließen, daß dadurch ein vollständiges Austrocknen derselben verhindert würde.

Es wurde zur Aufklärung dieser Frage ein Versuch mit rüsternen und eichenen Hölzern angestellt. Man nahm dazu von jeder Holzgattung 4 möglichst trockene und 4 möglichst viel Holzsaft enthaltende Hölzer; die vier Hölzer jeder Sorte waren aus einem Block über dem Kern vierklüftig gespalten. Eines dieser Hölzer von jeder Sorte blieb ganz ohne Anstrich, eines wurde mit Leinöl bloß abgerieben, eines mit

Leinöl angestrichen, und eines endlich erhielt den vollständigen dreimaligen Anstrich mit grauer Oelfarbe.

Die trockenen Hölzer wurden hierauf 45 Tage im abgeschlossenen Raum, hierauf 21 Tage im Freien, und endlich 325 Tage unter Wasser aufbewahrt. Am Schluß dieses Zeitraums betrug die Gewichtszunahme:

	Rüsternholz.	Eichenholz.
bei dem Holz ohne Anstrich	65,61 pCt.	66,64 pCt.,
" " " mit Leinöl abgerieben .	59,17 "	69,87 "
" " " dito angestrichen .	57,61 "	65,46 "
" " " mit Oelfarbe angestrichen	18,14 "	25,68 "

Die ursprünglich nassen Hölzer wurden dagegen 45 Tage im abgeschlossenen Raume, darauf 98 Tage unter Dach beim freien Zutritt der Luft, und endlich 12 Tage in einem geheizten Local aufbewahrt. Am Schluß dieses Zeitraums betrug die Gewichtsabnahme:

	Rüsternholz.	Eichenholz.
bei dem Holz ohne Anstrich	38,82 pCt.	36,06 pCt.,
" " " mit Leinöl abgerieben .	37,41 "	34,52 "
" " " dito angestrichen .	37,78 "	35,71 "
" " " mit Oelfarbe angestrichen	31,29 "	29,14 "

Im Allgemeinen geht aus diesem Versuche Folgendes hervor:

1) Möglichst trockene Rüstern- und Eichenhölzer werden durch den Oelfarben-Anstrich bei der Aufbewahrung im Freien zwar keineswegs vollständig gegen Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Atmosphäre geschützt, aber sie saugen unter gleichen Umständen etwas weniger Feuchtigkeit ein, als die bloß mit Leinöl abgeriebenen oder damit angestrichenen Hölzer. Bei der Aufbewahrung unter Wasser aber ist diese Differenz bedeutend.

2) Nasse Rüstern- und Eichenhölzer verlieren zwar durch den Oelfarben-Anstrich nicht gänzlich die Fähigkeit, bei der Aufbewahrung nachzutrocknen, aber sie verlieren unter gleichen Umständen fast immer wesentlich weniger am Gewicht, als solche Hölzer, die ohne Anstrich geblieben (dies Mindermaaß der Austrocknung betrug bei obigem Versuch bis 7½ pCt.). Dagegen ist das Abreiben oder Anstreichen mit bloßem Leinöl weit weniger hinderlich für das völlige Austrocknen

als der Farbenanstrich, indem die auf die erstgenannten Arten behandelten Hölzer, unter gleichen Umständen, fast eben soviel am Gewicht verloren, als die ohne allen Anstrich gebliebenen Hölzer.

In Folge dieser Versuche werden die Fabricate der Artillerie-Werkstätten aus Holz zwar im Allgemeinen, wie bisher, auch ferner in angestrichenem Zustande abgeliefert, hiervon aber in dem besonderen Fall eine Ausnahme gemacht worden, wenn die Artillerie-Werkstätten nicht völlig ausgetrocknetes Holz zu verarbeiten genöthigt sein sollten, oder wenn starke Holzstücke, wie z. B. schwere Lafleten, nach Bloslegung frischer Holzschichten bei der Ausarbeitung, nicht so lange in den Werkstätten unter Dach aufbewahrt werden können, um gehörig nachzutrocknen. In solchen Fällen werden die betreffenden Fabricate in unangestrichenem und bloß geöltem Zustande an die bestellenden Behörden abgeliefert, von letzteren in besonders trockenen und luftigen Verwahrungsörtern untergebracht, und nur erst dann mit dem vorschriftsmäßigen Oelfarbenanstrich versehen, wenn die Holztheile gehörig ausgetrocknet sind.

2) Instandsetzung stark aufgerissener oder aufgespaltener Nabenhölzer durch gänzliches Zerlegen derselben und durch Zusammenfugen und Leimen der Stöcke. Nach der Erfahrung entstehen sowohl bei den Nabenhölzern in den Nutzholzbeständen, als bei den Naben fertiger Räder, durch das Austrocknen oft so bedeutende Risse, daß die Naben nach den bisher bestandenen Grundsätzen als unbrauchbar erklärt werden mußten.

Im Jahre 1836 machte man den Versuch, dergleichen Naben dadurch wieder herzustellen, daß man sie, die Richtung der größten Risse verfolgend, in mehrere Stücke zerlegte, diese behobelte, daß die zusammenstoßenden Flächen genau fugten, und sie dann zusammenleimte. Da es bekanntlich oft schwieriger ist, zwei gut verleimte Stücke von einander zu trennen, als den natürlichen Zusammenhang der Holzfasern aufzuheben, so war es wahrscheinlich, daß die Naben hierdurch wieder eben so brauchbar werden würden, als wenn sie keine Risse gehabt hätten.

Dieser Versuch wurde bei den vier Lafleten- und vier Protzrädern zweier 6pfündiger Feldgeschütze angestellt; einige Naben bestanden aus Rüstern-, die andern aus Eichenholz; einige wurden in zwei,

andere in drei und vier Stücke zerlegt. Die Räder wurden 3 Jahre 8 Monate lang ununterbrochen zu allen Uebungen einer reitenden Artillerie-Compagnie benutzt, und kamen während jenes Zeitraums nie unter Dach, blieben also fortdauernd jeder Art der Witterung, insbesondere der Nässe, ausgesetzt.

Nach Verlauf dieser Zeit war der Zustand der Räder im allgemeinen von der Art, daß noch eine lange Dauer und Haltbarkeit, bei fortgesetztem Gebrauch, erwartet werden durfte. Die Beschläge lagen fest, die geleimten Fugen schlossen vollständig und waren nur mit Schwierigkeit aufzufinden; ein Verschieben der geleimten Stücke hatte nicht stattgefunden. Selbst bei dem Abnehmen der Beschläge und dem Herausschlagen der Buchsen fand bei vier Naben keine Lösung der zusammengeleimten Flächen statt, und sie widerstanden sogar auch einer darauf mit Gewalt versuchten Trennung. Bei den vier andern Naben waren zwar, durch das Abnehmen der Beschläge und Herausschlagen der Buchsen, die geleimten Flächen getrennt worden, jedoch in der Art, daß auf diesen Flächen an mehreren Stellen abgesprungenes Holz sitzen geblieben war, so daß also auch hier ein hinreichend festes Aneinanderhaften und eine genügende Sicherheit gegen das Verschieben der Stücke stattgefunden haben würde, wenn man die Beschläge darauf gelassen hätte.

In Folge dieser Versuche ist es als zulässig zu erachten, stark aufgerissene oder aufgespaltene Nabenhölzer durch gänzliches Zerlegen derselben und durch genaues Zusammenfugen und Leimen der Stücke wiederum in brauchbaren Stand zu setzen. Jedoch muß die gehörige Sorgfalt auf die Arbeit verwendet werden, und namentlich müssen die zusammenzuleimenden Stücke vorher gehörig ausgetrocknet sein.

3) Verdiebelung der Räder mit Diebelscheiben. Die bisher üblichen pflockartigen Diebel, welche in die Hirnseiten der aneinanderstoßenden Felgen eingelassen werden, um das Verschieben derselben zu verhindern, haben neben anderen Uebelständen besonders den Nachtheil, daß man, um eine Felge herauszunehmen oder einzusetzen, außer dieser Felge stets auch die beiden Nebenfelgen von den Speichenzapfen abziehen und dadurch einen größeren Theil des Radekranzes lüften muß.

Daher versuchte man, zur Verdiebelung der Radfelgen, statt der Pflöcke Brettchen oder Scheiben anzuwenden, welche von der Stirnseite des Rades in die Felge bis zu einer gewissen Tiefe dergestalt eingesetzt werden, daß sie sich außerhalb mit der gekrümmten Stirnfläche der Felgen vergleichen. So erfüllen sie den Zweck der Diebel vollständig, und vermeiden doch den obenerwähnten Nachtheil der Pflöcke, da sie gestatten, jede einzelne Felge, unabhängig von den Nebenfelgen, herauszunehmen und wieder einzusetzen. Indem diese Diebelscheiben hierdurch die Reparaturen an Felgen und Speichen erleichtern, gewähren sie auch ähnliche Vortheile für die Zusammenfügung des Kranzes bei der Neuanfertigung von Rädern; und sie geben dem Kranze zugleich eine größere Bündigkeit und Festigkeit, da sie vermöge ihrer Form den Regeln einer guten Holzanfügung mehr entsprechen als die Pflockdiebel.

Der Gebrauch der scheibenförmigen Diebel ist, an und für sich, nicht neu; bei Privatfuhrwerken kommen sie schon seit längerer Zeit vor. Indessen hatte man sie hier bisher doch vorzugsweise nur bei solchen Rädern angewendet, die sehr breite Felgen haben, wie z. B. bei manchen Frachtfuhrwerken. Als man daher diese Diebel für die schmaleren Felgen der Artilleriefuhrwerke vorschlug, entstand das Bedenken, daß diese Felgen durch den Einschnitt für die Scheibe zu sehr geschwächt werden, auch wohl beim Eintreiben der Scheiben oder während des Gebrauchs der Räder leicht aufspalten könnten.

Es wurde daher ein Vergleichsversuch mit 2 Lauf Geschützrädern angestellt, wovon der eine Pflock-, der andere Scheibendiebel hatte. Die Räder wurden 3 Jahre 8 Monate lang bei allen Uebungen einer reitenden Compagnie benutzt, und kamen während dieses Zeitraums nie unter Dach. Durch die Ergebnisse dieses Versuchs wurden obige Bedenken vollständig beseitigt; es war kein Diebel zerbrochen, kein Verschieben der Felgen vorgekommen, auch keine Felge gespalten. Ueberhaupt fand in dem ganzen Zustande der Räder kein Unterschied statt, der durch die verschiedene Art der Verdiebelung hätte veranlaßt sein können.

Die Diebelscheiben sollen daher nunmehr bei allen für die Artillerie bestimmten Rädern in Anwendung kommen. Es sind Scheiben von Eichenholz, die überall eine gleiche Stärke von 0,50″ haben.

Ihren sonstigen Abmessungen nach giebt es für die vorhandenen Räderarten vier Sorten Diebelscheiben, deren Auswahl sich nach der verschiedenen Höhe der Radfelgen bestimmt. Die äußere Seite, welche sich mit der Stirnfläche des Radekranzes vergleicht, hat eine dem entsprechende Krümmung und eine Länge von 4 bis 6 Zoll. Von hier nimmt die Breite der Scheibe, nach dem Innern der Felge zu, ab, bis zur gegenüberliegenden kurzen Seite, die geradlinigt und nur 1,50″ lang ist. Der Abstand der äußern krummen Seite von der innern kurzen Seite, oder die Höhe der Scheibe, beträgt 1,50 Zoll bis 3 Zoll.

Die Diebel werden vor dem Einschlagen mit dünner Oelfarbe bestrichen; dies begünstigt das Eingleiten derselben, den Verschluß der Fuge und das Abhalten der Feuchtigkeit, so wie die Entfernung des Diebels, wenn eine Felge gelüftet werden muß.

XIX.

Ueber den neuſten Stand und die Bedeutung der Befeſtigung von Paris.

Es iſt bekannt, daß Paris vermöge ſeiner ungeheuren Bevölkerung und ſeines Weltverkehrs, als Sitz der Staatsgewalten, als Sammelplatz aller ausgezeichneten Geiſter auf das übrige Frankreich einen politiſchen und moraliſchen Einfluß ausübt, wie keine andere Hauptſtadt Europa's und gleich einem Schiffsadmiral durch das Sprachrohr der Telegraphen und Preſſe die Provinzen nach Belieben lenkt und bewegt. So oft daher das beleidigte Europa zu den Waffen griff, ſahen wir es das offenliegende Paris zum Operationsziele nehmen, und unbekümmert um die zahlreichen franzöſiſchen Grenz-Feſtungen darauf losſtürzen und den zweimaligen Frieden dictiren, ohne daß ein eigentliches Ausringen des Kampfes ſtattgefunden hatte.

Dieſe Lücke im Vertheidigungsſyſteme Frankreichs aus Mangel feſter Plätze im Innern, insbeſondere einer genügenden Sicherung der Hauptſtadt durch Mittel der ſtehenden Befeſtigung hatte ſchon Vauban gefühlt und Abhülfe empfohlen. Auch Napoleon ging, und zwar in den ſchönſten Tagen des Glückes, mit demſelben Gedanken um; bei allen bedeutenden Criſen, ſo 1792, 1815, 1831 dachte man vor Allem an die Sicherheit der Hauptſtadt, und warf, weil eine ſtehende Befeſtigung fehlte, Feldverſchanzungen davor auf. Aber obgleich die

ersten militairischen Autoritäten Frankreichs und die 1814 und 1815 empfangenen Lehren das nicht befestigte, nur 60 Lieues von der Nordgrenze entfernte Paris als den verwundbarsten Fleck bezeichnet hatten, so blieb es doch erst den politischen Ereignissen des Jahres 1840 vorbehalten, die Befestigungsmaaßregel zur Reife zu bringen. Die Trennung des französischen Cabinets in der orientalischen Frage hatte nämlich zu dessen Ausschließung durch die vier übrigen europäischen Großmächte und damit zur Wahrscheinlichkeit eines großen und allgemeinen Conflictes geführt. Der damalige Rathspräsident, durch eine solche unerwartetete Wendung der Dinge überrascht und gereizt, setzte die oppositionelle Presse in Bewegung, um Frankreich als leidende Partie, als Opfer des Hasses der Fremdmächte gegen seine Institutionen darzustellen, und unter dem Tumulte der aufgeregten Volksleidenschaften die Mittel zur Versetzung des Heeres auf den Kriegsfuß und zur bereits provisorisch beschlossenen Befestigung von Paris zu erlangen. Trotz dem Eintritte des Ministeriums vom 29sten October 1840, wodurch die äußeren Verhältnisse wieder eine friedlichere Gestalt annahmen, blieb die Befestigungs-Maaßregel von Paris im vollen Gange, und wurde für alle Zeiten dadurch entschieden, daß Thiers auch nach seiner Entfernung aus dem Cabinete in der Deputirtenkammer dafür kämpfte, und, mit seinem ganzen Anhange zu den Freunden des neuen Ministeriums übergehend, den Sieg verschaffte, einen Sieg, wozu sich am Ende jede Parthei Glück wünschte, weil die Einen in der Befestigung von Paris eine vollständige Beseitigung künftiger Invasionskriege gegen Frankreich, die Pariser eine Assecuranz ihrer Reichthümer und Erwerbnisse, die Anhänger der Dynastie Orleans einen Kappzaum für die Stadt gegen alle und jedwede künftige Revolutionskitzel erblickten.

Nachdem entschieden war, daß Paris befestigt werden solle, bot zunächst das schon so oft discutirte Wie die Hauptschwierigkeit dar. Eine zusammenhängende gemauerte Wallumfassung, welche stets als das sicherste Vertheidigungsmittel einer großen Stadt anerkannt war, wurde zu dem Ende zuerst in Vorschlag gebracht. Dagegen erschien gewichtigen Autoritäten des französischen Geniecorps die Umschließung von Paris und der unermeßlichen Vorstädte mit einer zusammenhängenden Belagerungsumfassung (enceinte de siège) ein so gigan-

tisches, kostspieliges Unternehmen, daß sie einer Linie einzelner selbstständiger Forts um Paris, unter Beibehaltung der alten Zollmauer, den Vorzug gaben. Der Streit um das eine oder andere Befestigungssystem erhitzte sich unter den Technikern, und erhielt zugleich eine politische Färbung durch vielseitiges Behaupten: die detachirten Forts seien eine dynastische Liebhaberei, mehr auf die Befestigung des Gouvernements gegen die Hauptstadt, als gegen den äußeren Feind abgesehen, — Paris werde durch solche Forts in die Bastille gesperrt (embastillé). Auch hier wußte die Klugheit des Cabinets Rath zu schaffen. Es trat mit dem Gesetzentwurf vom 12ten December 1840 vor die Kammern, der dahin ging, beide Systeme in ein einziges zu verschmelzen, und Paris mit zwei Umfassungen, einer zusammenhängenden Walllinie (enceinte continue) und einer Linie einzelner selbstständiger Außenforts (forts détachés) zu umgeben. Die erstere oder innere Umfassung, bestimmt, die Bevölkerung der Hauptstadt unmittelbar zu decken; die letztere oder Außenumfassung, die feindlichen Brandbatterien abzuhalten; der Zwischenraum zwischen beiden zur Aufnahme von Heeresbedürfnissen und als Lagerplätze und Manövrirräume einer Vertheidigungsarmee. Dieser Vorschlag erhielt die Zustimmung der Kammer; beide Umfassungen wurden im Jahre 1841 gleichzeitig in Angriff genommen, und die Ausführung dieses Römerwerkes, nach dem Muster der Alten, theilweise dem Heere übertragen. Das Land bewilligte hierzu die ungeheure Summe von 140,000000 Franken, die Pariser brachten, im Wettstreit mit der Krone, ihre Parks, Gärten und Landhäuser zum Opfer, und unter dem Einflusse eines, andern Völkern als Muster aufzustellenden einheitlichen, patriotischen Zusammenwirkens ist die an die großartigsten Nationalunternehmungen aller Zeiten erinnernde Befestigung von Paris in dem Augenblicke, wo wir dieses niederschreiben, zu zwei Drittheilen beendigt, fast alle Außenforts geschlossen, sturmfrei, und das französische Gouvernement befähigt, je nach den Summen, die es in den nächsten Bauperioden verwenden will, in weiteren 2 oder 3 Jahren gänzlich zu vollenden.

Wir gehen nach diesen, wie uns schien, nicht ganz überflüssigen Vorbetrachtungen zu unserm eigentlichen Zwecke: zu dem Versuche nämlich über, dem Leser dieser Blätter ein gemeinverständliches, ein-

faches Bild zu geben von der Form und Bedeutung der Befestigungsanlagen von Paris, so wie von dem Stande der Arbeiten, wie wir ihn im Monat Mai d. J. gefunden haben. Unsere Absicht dabei ist, ihn zu einem unbefangenen Selbsturtheil zu befähigen, ob denjenigen Stimmen zu trauen sei, welche das durch Mittel der stehenden Befestigung zwiefach bewehrte Paris als einen bloßen Popanz, eine mit Stroh gestopfte Ritterrüstung angesehen wissen wollen, oder vielmehr jenen, welche darin eine entscheidende Vermehrung der öffentlichen Macht des Frankenstaates, eine Verrückung des Schwerpunktes seines allgemeinen Vertheidigungssystems erkennen. Die letztere Ansicht ist jedenfalls bei Vielen in dem französischen Volke zu einem unerschütterlichen Glaubensartikel geworden, welche die befestigte Hauptstadt mit ihren in allen Richtungen ausgehenden Eisenbahnen als einen großen uneinnehmbaren Waffenplatz betrachten, aus dem man künftig ganz Europa ungestraft den Fehdehandschuh werde hinwerfen können, und wahrlich, die neuste Gestalt des französischen Rekrutirungs-Gesetzentwurfes, wonach die Dienstzeit von 7 auf 8, die Präsenzzeit von 5 auf 6 Jahre, und die Stärke des Heeres von 560000 auf 640000 gebracht werden soll, bietet durchaus nichts hiermit Widersprechendes dar, und sollte mehr als genügen, den gutmüthigen Träumereien von einem ewigen Frieden ein Ende zu machen, und Deutschland wachsam, einig und gerüstet zu erhalten.

Die innere Umfassung von Paris besteht also, wie bereits gesagt, aus einem zusammenhängenden in Bastionen und Courtinen gebrochenen Wall*). Er folgt im Allgemeinen der Richtung der Zollmauer in einem durchschnittlichen Abstand von 1700 Metres, mit einer Entwickelung von nicht weniger als 38,000 Metres oder 9½ Lieues. Seine Figur nähert sich der eines Siebenecks, welches durch den

*) Zum Verständniß unserer nachfolgenden Beschreibung der Befestigungs-Anlagen können als topographische Hülfsmittel benutzt werden: 1) Plan de Paris indiquant le Système de Fortification adopté en 1840. Paris. Happelin et Comp. 2) Carte des fortifications de Paris, publiée p. Andriveau Goujon à Paris. 3) Fortifications de Paris. 1841. Paris chez Ch. Picquet; — oder auch in Ermangelung aller dieser auch bloß 4) das Blatt Paris des neuen topographischen Atlasses von Frankreich; herausgegeben vom Dépot de la Guerre.

Eintritt der Seine bei Bercy nnd deren Wiederaustritt bei Point du jour in zwei Theile zerschnitten wird. Als Seiten des Siebenecks können bezeichnet werden: die Wallstrecke von Gentilly bis zum Park von St. Mandé, gegenüber dem Gehölz von Vincennes-Bicetre, Jory und Charenton außerhalb der Linie; von da bis zum Park des Bruyère am Wege nach Romainville, die Orte St. Mandé, Vincennes und Bagnolet außerhalb der Linie; von da bis zu den letzten Häusern des Dorfes la Villette, Pré St. Gervais, Pantin und die Meyerei le Rouvray außerhalb der Linie; von da bis unfern der letzten Häuser des Dorfes les Batignolles, den Montmartre innerhalb der Linie; von da bis zur Petite Maillot an der Avenue Neuilly-Clichy, Courielles, Villiers und Sablonville außerhalb der Linie; ferner die Wallstrecke längs der innern Randes vom Gehölz von Boulogne bis Point du jour, die Orte Boulogne und Billancourt außerhalb der Linie; und endlich die Wallstrecke von da bis wieder an Gentilly, die Dörfer Issy, Vanvres, Montrouge und Gentilly außerhalb der Linie. Nach den bekannt gewordenen Angaben beträgt die Höhe des Walles nach seiner ganzen Erstreckung 15 Metres, die Dicke der Brustwehr 6 M., die Höhe der gemauerten Escarpe 10 M., bei einer untern Dicke von 3,4 M., die obere Breite des Grabens 20 M.; die Stelle des bedeckten Weges vertritt ein bloßes Glacis mit Banket für Infanterie. Aus den hier angegebenen Verhältnissen der Walllinie geht nun unwidersprechlich hervor, daß dieselbe hoch genug ist, um völlige Sturmfreiheit zu begründen, und von solcher Dicke, um nur mit schwerem Geschütz in Breiche gelegt werden zu können, daß ihr hingegen wieder alle diejenigen Verstärkungsmittel der Befestigungskunst abgehen, welche zu einem dauernden Widerstand gegen förmlichen Angriff befähigen, nämlich eine gemauerte Contrescarpe, Halbmonde, bedeckte Wege mit Waffenplätzen, Minen und dergl., woraus wieder auf das augenfälligste erhellt, daß der inneren Umfassung von Paris, abweichend von anderen großen Festungen, nicht die Bestimmung eines sogenannten corps de place zukommt, sondern der Hauptaccent auf die Außenforts gelegt ist; mit andern Worten, daß der Vertheidigung von Paris die Idee einer reinen Außen-Vertheidigung zum Grunde liegt, während die Walllinie als eine bloße Sicherheitsmauer erscheint, um Paris gegen Versuche des Belagerers sicherzustellen, zwischen den

Intervallen der Forts in das Innnere einzudringen. Wir gehen nun zur Betrachtung der äußeren Umfassung über.

Diese umgiebt die eben beschriebene Walllinie in einer durchschnittlichen Entfernung von 3000 Metres, mit einem Umkreis von 15 Lieues und besteht in 14 auf den günstigsten Terrainpunkten angelegten einzelnen geschlossenen bastionirten Forts, mit sehr starken, aber nicht überall ganz gleichen Profilen. Ihre Form wechselt zwischen dem Vier- und Fünfeck, wovon nur das doppelte Kronwerk nördlich der Stadt St. Denis eine Ausnahme macht. Escarpe und Contrescarpe sind gemauert, und ein regelmäßig bedeckter Weg überall vorhanden. Alle Außenforts besitzen für das Bedürfniß der Besatzungen Casematten mit Schießscharten für Infanterie; Geschütz-Casematten bemerkt man nur bei den beiden Forts de la Briche und Rosny; Außenwerke keine, es sei denn, man wolle die vom Jahre 1831 her stehen gebliebenen Feldschanzen vor den Forts von Romainville, Noisy, Rosny und Nogent als solche anerkennen. Nach den bezüglich der Profile der Außenforts erhaltenen Angaben würde die Höhe der Escarpe durchschnittlich zwischen 10 und 12, deren untere Dicke zwischen 3 und 7, und die untere Breite des Wallgrabens 18 Metres betragen.

Die Außenumfassung von Paris zerfällt in drei große Fronten, und zwar ihrer Wichtigkeit nach in 1) die nordöstliche von der Stadt St. Denis bis Nogent sur Marne, weil in diesem Raume die großen Operationslinien von den niederländischen Grenzen und dem Mittelrhein nach Paris zusammentreffen; dann 2) die Südfronte von der Marne bei St. Maure bis Sevres an der Seine, in welcher Strecke die Hauptoperationslinien vom Oberrhein, der Schweiz und Savoyen, nnd endlich 3) die nordwestliche Front von St. Sevres bis St. Denis, wo die Hauptverbindungen von den Küsten des atlantischen und Nordmeeres nach Paris einfallen. Es bedarf wohl keiner näheren Erörterung, wenn wir beide ersteren als die strategischen Angriffsfronten, die letztere als Kehl- oder Rückseite der Festung Paris bezeichnen, und in dieser Ordnungsfolge die Befestigungs-Anlagen auf einer jeden derselben zu characterisiren versuchen.

1) Die Befestigungen der nordöstlichen Front.

Diese ganze Strecke besitzt schon von Natur alle Eigenschaften einer ausgezeichneten militairischen Stellung, deren Richtung durch den beherrschenden Höhenzug zwischen Nogent und Pantin und von hier bis St. Denis durch den breiten und tiefen Kanal de l'Ourcq und den Kanal von St. Denis bezeichnet ist. Es kann nicht befremden, daß das französische Geniecorps sehr bedeutende Hülfsmittel der Kunst aufgeboten hat, um der exponirtesten Seite der Hauptstadt eine an Unangreifbarkeit grenzende Stärke zu geben. Es hat zu diesem Ende die Stadt St. Denis durch Umgürtung mit einer Gruppe großer Werke in einen starken Waffenplatz umgeschaffen, eben so geeignet, jeden Versuch, über den Kanal St. Denis gegen die Walllinie zu flankiren, als zu Offensivausfällen des Vertheidigers nach allen Richtungen, behielt alle im Jahr 1831 auf den Uebergangspunkten beider Kanäle aufgeworfenen Fleschen und Redouten bei, und schob zwischen die alten Schanzen auf den Höhen des rechten Flügels der Stellung die vier Forts von Romainville, Noisy, Rosny und Nogent ein. Dabei benutzte es auf sehr sinnreiche Weise die vorhandenen Wasserkräfte zur Vorbereitung eines Ueberschwemmungs-Manoeuvres, vermöge dessen das Wasser des Kanals von St. Denis in das Bett des Montfortbaches, von hier in den Wallgraben des Forts de l'Est, und weiter in die Niederungen der Bäche Croud, Vieille, Mer und Rouillon geleitet, folglich die Annäherung auf St. Denis auf allen Seiten unter Wasser gesetzt werden kann, mit einziger Ausnahme der schmalen Landzunge zwischen den beiden Bächen Montfort und Croud, welche aber wieder durch das stärkste Werk in der Umgebung von St. Denis, das Fort de l'Est hermetisch abgeschlossen wird.

Das Fort de l'Est oder Ostfort — ungefähr 500 Metres von der Stadtmauer von St. Denis — bildet ein großes Viereck von 1700 Metres Entwickelung längs der Magistrale; ausnahmsweise ohne gemauerte Contrescarpe, eine Verstärkung, die hier bei dem Umstande überflüssig gehalten wurde, daß die Wasser des Kanals von St. Denis beliebig in den Graben des Werkes geführt werden können. Das Thor befindet sich in der westlichen Courtine, Poternen liegen in den übrigen, im Innern zwei Pulvermagazine, jedes zu 60,000 Kilogr.

Pulver; der Bau einer Kaserne für zwei Bataillone Infanterie soll folgen.

Das Fort la double couronne du Nord — ein aus zwei vollen und zwei halben Bastionen bestehendes Kronwerk, unmittelbar am rechten Ufer des Rouillon, auf dem Vereinigungspunkte der Straßen von Rouen, Calais und Lille — kann als ein Brückenkopf von St. Denis angesehen werden, mit gleichzeitiger Bestimmung, die Stadt von der Nordseite, so wie die vorgenannten drei Hauptstraßen zu decken. Die Möglichkeit, durch Eröffnung der Schleusen bis Niederung des Rouillon in einen breiten See zu verwandeln, und dadurch im Falle eines Verlustes den auf dem Kronwerk etablirten Belagerer von St. Denis plötzlich abzuschneiden, dürfte die Ursache erklären, warum dasselbe, abweichend von allen übrigen Werken, keine Casematten, noch andere bombenfeste Gebäude im Innern erhalten hat.

Etwa 1000 Metres links vom Nordfort, auf dem nämlichen Ufer des Rouillon, den kleinen Ort la Briche bis zur Seine umfassend, folgt die Couronne de la Briche — ein Fünfeck von ungefähr 1200 Metres Entwickelung, dessen Hauptbestimmung wohl die ist, das einem Angriff auf die Westfront des Nordforts günstige Terrain mit zu vertheidigen (so legen wir wenigstens die beim Fort de la Briche ausnahmsweise vorkommende Einrichtung bedeckter Geschützstände und eines großen Cavaliers auf der nördlichen und östlichen Front des Werkes, so wie die bis auf 12 Metres erhöhte Escarpe aus); nächstdem beherrscht dasselbe den Lauf der Seine, die projectirte am Fuße des Glacis vorbeiführende Eisenbahn nach Lille und Calais, nebst der Straße nach Rouen. Zur völligen Beendigung fehlt noch die Contrescarpe und der bedeckte Weg.

Ehe wir uns nun von den Befestigungsanlagen auf der großen Ebene um St. Denis zu dem Fort von Romainville als Anfangspunkt der Befestigungen auf den Höhen der Stellung von St. Denis-Rogent wenden, bemerken wir, daß bei der nahe an 6000 Metres betragenden Entfernung der Forts de l'Est und Romainville das Dorf Aubervilliers (das die Verbündeten 1814, ungeachtet der Behauptung der Franzosen in St. Denis und auf den Höhen, nahmen, und über den in der Ausgrabung begriffenen Kanal vordrangen) von den französischen Ingenieuren als ein sehr schwacher Punkt der Stellung

bezeichnet, und zur Abhülfe ein Werk vor gedachtem Dorfe dicht an der Straße von Lille über le Bourget beantragt worden ist, Behufs dessen Ausführung die Expropriation der erforderlichen Grundstücke sich bereits in vollem Gange befinden soll.

Das Fort von Romainville krönt wohl den hervorragendsten Punkt des oft erwähnten Höhenzuges, auf dessen sehr steil gegen Pantin und den Ourqkanal abfallenden Nordsaum es liegt, und dadurch beide, so wie die große Straße nach Metz über Meaux beherrscht. Der höhere Theil der Befestigung besteht aus einer mit Erdbrustwehr geschlossenen Platteforme, mit einer (jedoch erst zu erbauenden) Caserne und zwei Pulvermagazinen, jedes zu 40,000 Kilogrammes, und einem Parados zur Deckung gegen die überliegende Höhe von Romainville. Das Fort bildet den niederen Theil der Befestigung, und umgiebt die Platteforme in Gestalt eines großen Vierecks von 1300 Metres Entwickelung, mit 26 Casematten, einem Thor in der Kehlseite und drei Poternen in den Courtinen der drei anderen Seiten; die Escarpe ist etwa auf ihre halbe Höhe gebracht; Contrescarpe und der bedeckte Weg noch nicht angefangen. Das alte vor der nördlichen Bastionsfront liegende Kronwerk soll beibehalten und später im permanenten Style befestigt werden.

Das Fort von Noisy — ebenfalls ein Viereck von etwa 1100 Metres Entwickelung, auf 1500 Metres vom vorhergehenden — liegt auf dem gegen das Dorf Noisy le Sec vorgreifenden Contrefort, und beherrscht sowohl Noisy, als die vom Plateau dahin herabführende Enge. Das Thor liegt in der Courtine der Kehlseite; in den übrigen Courtinen sind Poternen und einige 20 Casematten. In das Innere sollen eine Kaserne, zwei Pulvermagazine, vor den bedeckten Weg gegen die Enge von Noisy eine Batterie, und eben so vor die entgegengesetzte Front eine Art Halbmond kommen, und die von früher her vorhandene Pfaffen-Mütze vor der Angriffs-Fronte beibehalten werden.

Das Fort von Rosny — abermals ein Viereck von 1300 M. Entwickelung und auf 2000 Metres Entfernung vom vorigen — krönt das gegen das Dorf Rosny vorgreifende Contrefort, den Ort und die herabführende Enge beherrschend. Das Thor liegt in der Kehle, auf den andern drei Seiten Poternen. Außer den 32 Casematten mit

Infanterieschießscharten befinden sich in den beiden Flanken der Angriffsfront 6 Geschützcasematten. Außer einer zu erbauenden Kaserne und zwei Pulvermagazinen fehlt dem Werke zur Vollendung noch die Enntrescarpe und der bedeckte Weg. Die vor der Angriffsfront liegende alte Feldschanze wird beibehalten.

Das letzte gegen Nogent und die Marne abfallende Contrefort krönt das Fort von Nogent, 2500 Metres vom Fort Rosny entfernt — ein Viereck von 1000 Metres Entwickelung, mit einer in Form eines Kronwerkes vor der Angriffsfront liegenden älteren Feldschanze. Das Fort besitzt, außer dem in der Kehle befindlichen Thore, zwei Poternen und 30 Casematten, und ist bis auf die Contrescarpe und den bedeckten Weg vollendet. Im Innern sieht man eine Kaserne, einen Officierspavillon und 2 Pulvermagazine im Bau. Es hat die Bestimmung, die große Straße von Straßburg über Vitry, nebst dem vorliegenden Dorfe Nogent an der Marne zu decken, und den Stützpunkt des rechten Flügels der großen Stellung zwischen St. Denis und Nogent abzugeben. Indessen mag die Umgehung derselben, welche der Kronprinz von Würtemberg während der Schlacht von Paris im Jahre 1814 mit dem 4ten Armeecorps dicht am rechten Marneufer über St. Maur und Charenton ausführte, die französischen Ingenieure darauf geleitet haben, diesen Weg durch nachträgliche Beantragung eines großen Forts in der Kehle der Halbinsel von St. Maur zwischen diesem Orte und la Gravelle zu sperren, und mittelst eines so gelegten Werkes, des Schlosses von Vincennes und des dicht bewachsenen und ummauerten Gehölzes von Vincennes einen zweiten sehr starken Vertheidigungsabschnitt zu organisiren. Es scheint, daß das französische Gouvernement diese Idee in einer erweiterten Bedeutung ausführen lassen will. Die bei Vincennes wahrzunehmenden Befestigungsarbeiten scheinen nämlich die Absicht anzudeuten, dasselbe als Hauptarsenal und Waffendepot der Festung Paris und zugleich als befestigtes Lager zu benutzen, um bei etwa entstehenden Unruhen die Besatzung aus der Hauptstadt herauszuziehen. Andererseits würde dem Vernehmen nach das beantragte Fort St. Maur eine solche Ausdehnung erhalten, um alle zur Dotirung der Festung Paris erforderlichen militairischen Etablissements — eine wahre Ville d'Artillerie — im Innern aufzunehmen.

II. Die Befestigungen der Südfront.

Sie zerfallen in eben so viele Gruppen, als das Paris auf der Südseite umgebende Terrain natürliche Abschnitte darbietet. Diese sind erstlich die gegen den Zusammenfluß der Marne und Seine sich verengende wellenförmige Ebene von Creteil mit dem Fort von Charenton, dann das terrassenförmig zur oberen Seine abfallende Höhenplateau von Villejuif zwischen diesem Flusse und dem engen und steil geböschten Thal der Bievre, mit den Forts von Ivry und Bicetre, und dann endlich die sanften Auslaufer der Höhen von Pleſſis Piquet und Meudon, zwischen dem Thal der Bievre und untern Seine, mit den Forts von Montrouge, Vanvres und Issy.

Das Fort von Charenton liegt in einem beiläufigen Abstand von 2000 Metres von dem bei St. Maur projectirten Werke, zwischen Maison und Alfort, in dem Winkel, in welchem die beiden Flüsse Marne und Seine, so wie die Straßen von Troyes und Melun sich vereinigen. Diese ausgezeichnete strategische Lage, wodurch es vier wichtige Verbindungslinien zugleich beherrscht, und den stehenden Uebergängen über die Marne und Seine bei Alfort als Brückenkopf dient, hat dem Fort von Charenton ohne Zweifel die Ehre erworben, daß der König der Franzosen hier den ersten Grundstein zur Befestigung von Paris legte. Es bildet ein Fünfeck mit einer Entwickelung von 1700 Metres; man bemerkt 26 Casematten, und im Innern, im Bau begriffen, drei Pulvermagazine, jedes zu 50,000 Kilogrammes, eine Kaserne und einen Officierspavillon. Außer dem Thor in der Kehlseite hat jede der übrigen Courtinen ihre Poterne. Das Werk ist bis auf die Contrescarpe und den bedeckten Weg vollendet.

Das Fort von Ivry, von gleicher Form und Umfang, wie das vorige, erhebt sich auf einer gegen die nahe Seine vorspringenden Kuppe zwischen den Orten Ivry und Vitry, und bestreicht von hier links die Seine mit der an ihrem linken Ufer hinziehenden Eisenbahn nach Orleans und rechts die Straße nach Choisy le Roi. Es besitzt außer dem Thore 3 Poternen und 20 Casematten, im Innern zwei Pulvermagazine, jedes zu 50,000 Kilogrammes, eine im Bau begriffene Kaserne und einen Officierspavillon. Der ganze Bau des

bis auf Contrescarpe und bedeckten Weg als vollendet zu betrachtenden Werkes ist auf einer zugeworfenen Kalksteingrube aufgeführt, ein Umstand, der die Ingenieure zur Substruction höchst beschwerlicher und gefahrvoller unterirdischer Mauergewölbe genöthigt hat, um den Oberbau gehörig zu fundamentiren. Die eben so schöne als kühne Ausführung dieser das Fort gleich Catacomben in allen Richtungen durchkreuzenden Souterrains giebt ihm ein ganz besonderes Interesse, und verdient gesehen zu werden.

Auf 2200 M. von diesem Werke, auf einem der höchsten Punkte des Höhenplateau's von Villejuif, unmittelbar vor der Irrenanstalt von Bicetre, bemerkt man das Fort gleichen Namens, ein Fünfeck von 1400 Metres Entwickelung. Es bestreicht die von Fontainebleau kommende Hauptstraße, und schließt mit dem Fort von Ivry den Terrainabschnitt zwischen der oberen Seine und Bievre fortificatorisch ab. Das Fort erhält 40 Casematten, ein Thor und 4 Poternen, im Innern 2 Pulvermagazine und Officierspavillon; dessen Bau ist gegen alle bisher genannten Werke am weitesten zurück; von der Escarpe sieht man vorerst nur die Mauerfundamente, von der Contrescarpe und dem bedeckten Weg noch gar nichts.

Auf 2000 Metres Entfernung vom vorhergehenden, unmittelbar vor dem Orte Montrouge an der Straße von Orleans liegt das Fort von Montrouge und eben so weit von diesem vor Vanvres an der Bergstraße nach Versailles das von Vanvres. Beide sind nur erst ausgesteckt. Nach dem Tracé zu schließen, erhalten sie die Form von Vierecken mit Perimeter von 1200 und 1300 Metres; Thore, Poternen, Casematten, Pulvermagazine und Kasernen, wie alle übrigen Außenforts.

Zwischen dem Park von Issy und der Eisenbahn nach Versailles (linkes Ufer), auf etwa 1300 Metres vom vorhergehenden, folgt das Fort von Issy, ein Fünfeck von 1400 Metres Entwickelung. Außer dem Thore in der Kehlseite und 4 Poternen zählt man 43 Casemgtten; 2 Pulvermagazine, eine Kaserne, ein Officierspavillon werden gebaut; eben so fehlen ihm noch die Contrescarpe und der bedeckte Weg. Das Fort von Issy, mittelst dessen die Kette der südlichen Forts und Paris an die Seine gestützt ist, bestreicht zunächst die Eisenbahn und das Straßendefilee von Sevres bis Issy; in weiterer Beziehung zu dem

umgebenden Terrain würde seine Hauptwirksamkeit darin bestehen, in Verbindung mit den benachbarten Forts die Hauptstadt gegen die einen Angriff ausnehmend begünstigenden Höhen von Plessis Piquet zu decken, welche man als den Schlüssel der ganzen südlichen Angriffsfront von Paris betrachten kann. Diese vortheilhaften Terrainverhältnisse waren es eben, welche den Feldmarschall Fürst Blücher im Jahre 1815 zu dem kühnen Umgehungs-Manoeuvre der französischen Stellung von St. Denis-Nogent über St. Germain und Versailles bestimmte, um das Plateau von Meudon und Plessis Piquet zu gewinnen, und von hier aus Paris an seiner schwachen Seite zu fassen.

III. Die Befestigung der nordwestlichen Front.

Ein Blick auf die Karte zeigt, daß die lang gezogenen Krümmungen der Seine von Sevres nach St. Denis und zurück nach Bougival dieser Front schon von Natur eine vorzügliche Deckung gewähren, und der dortigen Walllinie als doppelte Wassergraben vorliegen. Hier also mit Preisgebung aller directen Verbindung unter zweimaliger Ueberschreitung eines bedeutenden Flusses zu einer Belagerungsoperation zu schreiten, ist von allen denkbaren Fällen der allerunwahrscheinlichste; dagegen wäre aber unter gewissen Voraussetzungen ein Vorgehen gegen St. Cloud und Rueil in die dortige Halbinsel wohl denkbar, um von dorther mittelst eines einfachen Seine-Ueberganges einen Angriff auf die Walllinie zu unternehmen. Diese Betrachtungen mögen die französischen Ingenieure bestimmt haben, auf eine Fortsetzung der Linie detaschirter Forts längs der nordwestlichen Front, wogegen aus strategischen und tactischen Gründen nicht leicht ein Angriff zu erwarten steht, zu verzichten, und sich darauf zu beschränken, die vorgedachte Halbinsel und die dortigen Seine-Uebergänge mittelst eines einzigen, aber großen und starken Werkes, gewissermaßen durch Erbauung einer für sich bestehenden kleinen Festung zu decken. In eine solche wurde denn auch demgemäß der Mont Valerien verwandelt, dessen beherrschende günstige Lage zwischen den Straßen nach St. Cloud und Rueil an der Seine und Versailler Eisenbahn (rechtes Ufer) und die directeste Wirkung auf alle diese Verbindungslinien

behauptet. Die Verhältnisse der Befestigungen des Mont Valerien sind im Wesentlichen folgende:

Der oberste Theil derselben besteht, ganz ähnlich wie beim Fort von Romainville, aus der mit einer Erdbrustwehr umschlossenen Platteforme, mit 3 im Bau begriffenen drei Stockwerke hohen bombenfesten Kasernen, jede zu 600 Mann, zwei bis auf Bedielung und Treppen vollendeten Pulvermagazinen, jedes zu 72,000 Kilogrammes und dem als Wohnung des Fortifications-Directors beibehaltenen Abteigebäude. Auf dem Felsenabhange der steil geböschten Platteforme, dieselbe mantelförmig umschließend, liegt eine tiefere Etage von Werken in Form eines bastionirten Fünfecks von etwa 2400 Metres Entwickelung, mit gemauerter Escarpe, Contrescarpe, breitem Graben und einem traversirten bedeckten Weg; die auf den Bastionen zu bemerkenden Erdanschüttungen lassen auf die vorhabende Erbauung starker Cavaliere schließen. Die bis auf anderthalb Bastione vollendete Escarpe hat theilweise bis auf 12 Metres Höhe; von der Contrescarpe sieht man noch gar nichts, den bedeckten Weg nur in seinem Tracé.

Vorstehende Andeutungen über die Befestigungsanlagen des Mont Valerien dürften genügen, um schon einen guten Begriff von der Stärke und Bedeutung der Feste zu geben, und die sich mehrfach kundgegebene Meinung zu beglaubigen, daß dieses fast unüberwindliche Kehlwerk der Festung Paris zu dessen Hauptdepot bestimmt sei, fähig, im Falle einer Belagerung selbst dem Gouvernement, den Archiven ꝛc. als eine unter allen Umständen gesicherte Zufluchtsstätte zu dienen.

Vergleicht man mit Hülfe des bisher Vorgetragenen die Linie der Außenforts mit der Wallumfassung, so findet man bei jener im Durchschnitt dieselbe Einfachheit, ja Einförmigkeit der Construction, ein eben so consequentes Verzichten auf Anhäufung fortificatorischer Verstärkungsmittel, vermöge der Anwendung von Halbmonden, Caponieren, Außenwerken und Minen; dahingegen aber eine ganz augenfällige Ueberlegenheit der Profile, eine tactischere Benutzung der Oertlichkeitsverhältnisse und überall die der Walllinie durchweg fehlenden Casemattirungen; und wir halten uns demzufolge zu dem wiederholten Schlusse berechtigt, daß der Wallumfassung — wenn

gleich sie sturmfrei und nur mit schwerem Geschütz zu brechen — lediglich die Bedeutung einer Sicherheitsmauer, den Außenforts dagegen die der eigentlichen Belagerungsumfassung zukommt; ferner daß die Befestigung von Paris nicht auf einen langen alle Phasen einer chicanösen Vertheidigung zu durchlaufenden Widerstand, sondern mehr nur darauf berechnet ist, den durch Deckung der unbefestigten Hauptstadt gebundenen französischen Heeren künftig die vollste Freiheit der Operationen zu sichern, ihnen nach verlorenen Schlachten eine sichere Zuflucht hinter den Außenforts zu gewähren oder vermöge der Befähigung, mehrere Wochen gegen eine Belagerung auszuhalten, Zeit zur Heranziehung neuer Verstärkungen aus dem Innern und Gelegenheit zu Flankenmanövres zu geben.

Der Befähigung zu mehrwöchentlichem Widerstande gegen eine regelmäßige Belagerung (die Unzulässigkeit der Erstürmung oder eines Bombardements glauben wir durch unsere Angaben über Stärke der Profile und Abstand der Außenforts von der Stadt nachgewiesen) ließen sich zwei Einwürfe von Gewicht entgegenhalten, nämlich ob es wohl möglich ist, die mit einer Vertheidigungs-Armee innerhalb der Linie der Forts auf 100,000 Mann anzuschlagende Besatzung, neben der mit der Banlieue 1,300,000 Köpfe betragenden Bevölkerung von Paris während der Dauer mehrerer Wochen zu ernähren, und ob es wahrscheinlich ist, daß diese — gewöhnt an leichten Verdienst und Wohlleben — geneigt sein wird, die Gefahren und Entbehrungen einer Belagerung mit den Linientruppen zu theilen, ob nicht vielmehr zu erwarten stehe, daß sie, der Einsperrung sehr bald überdrüssig, eine baldige Capitulation, nöthigenfalls mit Gewalt, herbeizuführen wissen wird.

XX.

Theoretische Untersuchung des nachtheiligen Einflusses eines großen Spielraums.

Von

v. Brockhusen, Sec.-Lieut. in der 7ten Artillerie-Brigade.

In neuerer Zeit sind über den Einfluß des Spielraums auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens ganz entgegengesetzte Meinungen im Vergleich zu den früher herrschenden Ansichten kund geworden, welche ihrer inneren Unwahrscheinlichkeit wegen zwar allgemeinen Widerspruch fanden, jedoch — soweit mir bekannt wurde — noch nicht widerlegt sind.

Jede neu auftauchende Idee wird anfangs bekämpft werden, sich aber dennoch Glauben verschaffen, und mehr oder minder Einfluß auf die Bestimmungen der verschiedenen Artillerien gewinnen, es sei denn, daß sie nicht bloß Widerspruch fände, sondern daß auch der dabei begangene Irrthum vollständig nachgewiesen würde. Aus diesem Grunde theile ich daher meinen Cameraden das Resultat einer über den Einfluß des Spielraums angestellten Untersuchung mit, welche durch eine zu einem ganz anderen Zwecke unternommene Arbeit veranlaßt wurde, und durch welche die Unrichtigkeit der erwähnten neueren Ansichten nachgewiesen wird.

Um die hier vorliegenden Fragen allgemein übersehen, und die noch zweifelhaften bestimmter hinstellen zu können, erlaube man mir die Ursachen, welche den Spielraum bedingen, und die Nachtheile, welche derselbe veranlaßt, im Zusammenhange anzuführen, und dann

die bestrittenen Punkte ausführlicher zu behandeln. Sucht man deshalb zunächst den Umstand auf, welcher einen Spielraum überhaupt bedingen kann, so findet sich, daß er durch die Leichtigkeit der Bedienung verlangt wird. Untersucht man aber diesen Umstand genauer, so ergiebt sich bald, daß ein Minimum in der Größe des Spielraums zur Beseitigung aller desfallsigen Bedenken festgestellt werden müsse, und daß ein größerer Spielraum in dieser Hinsicht keinen größeren Nutzen bringen könne. Sobald daher dieses Minimum festgestellt ist, tritt dieser Umstand ganz in den Hintergrund, und es entsteht dann die Frage, ob kein anderer Grund eine Vergrößerung desselben verlangen könne.

Ein solcher Grund ist an und für sich nicht vorhanden, jedoch bedingt die Unmöglichkeit der Anfertigung gleicher Geschosse, daß man auch einen größeren Spielraum zulassen müsse; woraus dann die Festsetzung eines mittlern Spielraums und die einer großen und einer kleinen Leere für die Geschosse folgt. Aus einem ähnlichen Grunde muß man auch bei den verschiedenen Geschützen geringe Unterschiede in der Weite der Seele zulassen, so daß in den verschiedenen Fällen ein sehr ungleicher Spielraum sich ergeben kann.

Um die festgesetzten äußersten Grenzen der zulässigen Verschiedenheiten im Durchmesser der Geschosse nicht zu überschreiten, wird man auf den Eisenhütten jedem Geschosse einen Durchmesser mittlerer Größe zu geben suchen. Etwas ähnliches ist wiederum bei der Anfertigung der Geschützröhre der Fall, wozu noch kommt, daß diese beim Gebrauch sich erweitern, und deshalb der ursprüngliche Durchmesser ihrer Seele nach einiger Zeit größer wird. In den meisten Fällen der Anwendung wird man daher einen größern Spielraum haben, als bei der Festsetzung des Minimums verlangt wurde, und wird der beim Gebrauch sich ergebende mittlere Spielraum, der Erweiterung des Rohrs wegen, fast immer größer ausfallen, als es die Vorschrift angiebt.

Je weniger die beiden für ein Caliber bestimmten Leeren von einander abweichen, je geringer also die Unterschiede im Spielraume bei demselben Geschütze sind, desto größer wird die Wahrscheinlichkeit des Treffens werden, desto theurer aber das Geschoß sein.

Der Durchmesser für die große und kleine Leere wird daher allein durch die technischen Fortschritte auf den Eisenhütten, und die bei der Anwendung von Geschossen verschiedenen Durchmessers sich ergebenden Nachtheile bedingt, und kann deshalb nur für specielle Fälle näher angegeben werden.

Unterliegt es auch keinem Zweifel, daß die Differenzen im Spielraume so viel als möglich zu beseitigen sind, so bleibt doch noch die Frage, welchen Einfluß denn ein mehr oder minder großer mittlerer Spielraum habe, näher zu untersuchen.

Diese Frage wurde früher allgemein dahin beantwortet, daß derselbe um so nachtheiliger sei, je größer er ist, und zwar aus nachfolgenden drei Gründen:

1) Weil bei einem größern Spielraume, des entweichenden Pulvergases wegen, eine größere Pulverladung erforderlich sei.
2) Weil die Wahrscheinlichkeit des Treffens durch denselben vermindert werde.
3) Weil er die Geschütze verderbe.

Diese beiden letzten Gründe sind aber in einer Abhandlung: „Betrachtungen über den Einfluß des Spielraums auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens und die Conservation der Geschütze", welche im 3ten Bande des „Archivs" mitgetheilt ist, bestritten worden, indem darin das Gegentheil davon behauptet wird.

In dem nun Folgenden sollen daher die beiden letzten Behauptungen näher analysirt, und die einzelnen darin enthaltenen Sätze sorgfältig geprüft werden.

Vergleicht man alle drei angeführten Gründe mit einander, so wird man bald finden, daß der erste nicht bestrittene Umstand einen merklichen Einfluß auf die Untersuchung der beiden andern haben müsse. Der Einfluß des durch denselben bedingten größern Druckes des Pulvergases beim Beginne der Bewegung des Geschosses soll bei der weiteren Untersuchung dieses Gegenstandes ausführlich ermittelt werden. Die verschiedene Größe der Pulverladung hat aber auch noch einen indirecten, getrennt von dem andern zu untersuchenden

Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens, welcher zu Gunsten der in neuerer Zeit aufgestellten Behauptung spricht.

Beachtet man nämlich, daß die beim Abwiegen der Pulverladung vorkommenden Differenzen in den Gewichten der Ladungen bei kleinen Quantitäten verhältnißmäßig größer sind, als bei großen, und daß die dadurch entstehenden Verschiedenheiten in der Kraftäußerung des Pulvers bei den kleinen Ladungen sich bemerklicher machen müssen, so erkennt man bald, daß die durch diesen Grund bedingten Verschiedenheiten in der Wurfweite bei einem großen Spielraume geringer sein müssen, als bei einem kleinen. Derselbe Fall ist es mit dem Einflusse der Feuchtigkeit des Pulvers, da kleinere Ladungen bemerklicher dadurch an Kraft verlieren, als große, weshalb auch dieser Umstand zu Gunsten eines großen Spielraums spricht.

Diese verschiedene Größe der Pulverladung hat aber auch noch einen ebenfalls besonders zu untersuchenden Einfluß auf das frühere Verderben der Geschütze, weshalb die Mittheilung desselben hier folgen soll.

Das Verderben der Geschütze wird durch die Reibung des harten Geschosses an den Wänden des Rohres und sein Battiren in demselben größtentheils bedingt; jedoch darf man die chemische Wirkung der verbrannten Pulverladung und den Rückstoß hierbei nicht übersehen, da letzterer hinsichts der Lafetten und Bettungen ꝛc. von Einfluß ist, und erstere auf die metallenen Röhre nachtheilig einwirkt. Letztere beiden das Verderben der Geschütze bedingenden Umstände werden unbezweifelt um so mehr sich aussprechen, je größer die Ladung ist, da einestheils die chemische Einwirkung auf das Geschützmetall um so größer sein muß, je höher der beim Verbrennen des Pulvers entwickelte Hitzegrad ist, und anderntheils der Rückstoß durch das Geschoß nur mit bedingt wird, und selbst dann noch eine nicht unbedeutende Größe hat, wenn das Geschütz nur mit Pulver geladen wird.

Was nun die mechanische Einwirkung des Geschosses auf die innere Wand des Rohres betrifft, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß das Geschütz um so mehr dadurch leiden müsse, je stärker das Geschoß sich am Rohre reibt, und je größer der Winkel ist, unter welchem dasselbe im Rohre battirt. Beide Umstände haben aber auch

auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens Einfluß, und sollen deshalb sogleich einzeln untersucht werden, wo sich dann finden wird, daß auch diese beiden das Verderben des Rohres bedingenden Ursachen beim großen Spielraume wirksamer auftreten, als bei einem kleinern, und daß deshalb die unter No. 3 angeführte Meinung der älteren Artilleristen völlig gerechtfertigt ist. Die nähere Begründung dieser Behauptung wird weiter unten erfolgen, sobald die betreffende Untersuchung beendet ist.

Um aber den Einfluß einer Verschiedenheit in der Größe des mittleren Spielraums auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens vollständig ermitteln zu können, muß zuvor die Frage: „Auf welche von den die Sicherheit des Treffens beeinträchtigenden Ursachen kann eine Aenderung in der Größe des mittleren Spielraumes einwirken?" zu beantworten gesucht werden.

Die im 1sten und 2ten Hefte dieses Bandes mitgetheilte Untersuchung: „Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse" weiset nach, daß die Bahn gegebener Geschosse unter sonst gleichen Umständen von der Anfangsgeschwindigkeit ihres Mittelpunktes, der Rotationsgeschwindigkeit um denselben und der Richtung dieser beiden Bewegungen abhängt, und daß diese Zustände der Geschosse von ihrer Lage im Rohre und den dort auf sie einwirkenden Verhältnissen bedingt werden. Denkt man sich bei dieser Untersuchung daher immer dieselben Geschosse, und diese in einer constanten Lage im Rohre, so beantwortet sich obige Frage dahin, daß man nur die Bewegung des Geschosses im Rohre und seinen Zustand beim Anfange der freien Bewegung durch die Luft zu untersuchen habe. Zur Vereinfachung der vorliegenden Untersuchung wolle man daher immer dieselben Geschosse im Auge behalten, den innern Durchmesser der Geschütze sich verschieden denken, und nur einander ähnliche Geschütze und diese nur bei derselben Elevation mit einander vergleichen.

Der Verfasser jener oben erwähnten Abhandlung hat bei seiner Untersuchung dieselben Geschützröhre im Auge gehabt, und dagegen den mittleren Durchmesser der Geschosse verschieden angenommen. Da bei dieser Untersuchung nur das Mehr oder Minder aufgefunden werden soll, und eine Angabe der Größe des nachtheiligen Einflusses

überhaupt unausführbar ist, so müssen beide Annahmen zu demselben Resultate führen. Vergleicht man, wie es in jener Abhandlung geschehen ist, Geschosse mit einander, bei denen die Durchmesser beider Leeren dieselbe Differenz haben, so ist das Verhältniß der Unterschiede unter den Geschossen im Vergleich zu ihrer mittleren Größe und der verschiedenen Größe des mittleren Spielraums noch ungünstiger angenommen, als bei dieser Aufgabe, und muß daher jener Fall durch diese Untersuchung um so mehr mit erledigt werden.

Beachtet man das schon früher über den Einfluß der verschiedenen Größe der Pulverladung Erwähnte nicht weiter, so kann die Unsicherheit des Treffens — insoweit die Unterschiede im mittleren Spielraume darauf einwirken können — nur durch die Differenzen in der Form der Geschosse bedingt werden. Es sind daher jene Fragen einzeln zu beantworten, welche sich auf den Einfluß beziehen, den diese Differenzen in der Form der Geschosse bei einem mittlern Spielraum verschiedener Größe auf die vier oben angegebenen die Bahn derselben bedingenden Zustände ausüben müssen.

Die Beantwortung dieser Fragen müßte eigentlich durch mathematische Entwickelungen geschehen; wer aber mit den beim Calcül sich zeigenden Schwierigkeiten vertraut ist, wird mir gern diese Aufgabe erlassen, und es billigen, daß ich diese Fragen durch die aus der Anschauung der vorhandenen Erscheinungen und den Fundamentalsätzen der Mechanik sich ergebenden Schlüsse zu beantworten versuche. Daß man zur Erlangung derselben Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse bei einem verschiedenen mittleren Spielraume eine verschiedene Pulverladung nehmen muß, ist von großem Einflusse auf die Untersuchung der hier vorliegenden Fragen, da zur Vergleichung zweier verschiedenen mittleren Spielräume, in Bezug auf die größere oder geringere Wahrscheinlichkeit des Treffens bei denselben, auch für jeden ein in der Spannung und in der Masse von einander verschiedenes Pulvergas vorausgesetzt werden muß. Bei der nähern Untersuchung erlaube man mir jedoch die Verhältnisse zunächst so viel als möglich zu vereinfachen, jeden Fall gesondert zu betrachten, und dann das im einfacheren Falle als vorhanden Erkannte zu combiniren, um so zu einem allgemeinen Resultate zu gelangen.

Um die Untersuchung noch mehr zu vereinfachen, denke man sich die Schwerpunkte der Geschosse mit ihren Mittelpunkten zusammenfallend, und deshalb die beschleunigende Kraft des drückenden Pulvergases diesen Punkt treffend, indem dadurch die Beantwortung der davon abhängenden Fragen auf eine Vergleichung des Druckes des Pulvergases zurückgeführt wird, und man später die Untersuchung auf excentrische Geschosse ausdehnen kann, wenn dieses erforderlich sein sollte. Ob man bei dieser Untersuchung die kurzen und langen Röhre oder die hohen und niedrigen Elevationen von einander trennen müsse, oder ob man die Untersuchung in dieser Hinsicht ganz allgemein durchführen könne, muß die nähere Betrachtung der sich ergebenden Fragen ausweisen.

Nur durch den Einfluß des Battirens kann die Richtung der Bewegung des Mittelpunktes der Geschosse beim Verlassen des Rohrs verändert werden. Die Richtung und Geschwindigkeit der Rotation um den Mittelpunkt hängt von dem vereinten Einflusse der Reibung, der Lage des Schwerpunktes im Rohre, der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse und ihrer Beschaffenheit ab, weshalb die darauf sich beziehenden Fragen durch die Untersuchung über die Reibung der Geschosse im Rohre, und die Differenzen in der Anfangsgeschwindigkeit derselben beantwortet werden, da die Geschosse der Voraussetzung zufolge immer dieselben bleiben sollen.

Von diesen zu beachtenden Einflüssen ist offenbar der durch das Battiren der Kugel bedingte Unterschied in den Abgangswinkeln derselben bei kleinen Elevationen der wichtigste hinsichts der Wahrscheinlichkeit des Treffens, während er bei Mörsern mitunter ganz verschwindet. Annähernd ist dasselbe mit dem Einflusse der Rotation der Fall, wogegen die Verschiedenheiten in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse bei Mörsern am meisten sich bemerklich machen müssen. Soll daher diese Untersuchung eine allgemeine Gültigkeit erlangen, so müssen die einzelnen dahin gehörigen Fragen mit gleicher Sorgfalt behandelt werden, und ihre Beantwortung bei allen in demselben Sinne ausfallen.

Eine Erleichterung dieser Aufgabe gewährt der Umstand, daß der Einfluß der Differenzen in den Geschossen auf die Verschiedenheiten

im Battiren und in ihrer Reibung an der inneren Wand des Rohres um so größer sein muß, je größer der Battementswinkel und je stärker diese Reibung ist. Die Untersuchuug der darauf sich beziehenden Verhältnisse beschränkt sich daher auf eine Vergleichung der relativen Größe des Battementswinkels und der Reibung bei zwei vollkommen übereinstimmenden, aber in Geschützen verschiedenen Durchmessers liegenden, und durch verschiedene Massen Pulvergas von verschiedener Spannung in Bewegung zu setzenden Geschossen.

Dagegen muß die Untersuchung hinsichts einer verschiedenen Anfangsgeschwindigkeit so geführt werden, daß sich der Einfluß einer gegebenen Differenz im Geschosse bei verschiedenen Spielräumen ermitteln und mit einander vergleichen läßt, was jedoch nur in Bezug auf den Durchmesser und das Gewicht der Geschosse ausgeführt zu werden braucht, da die Excentricität und die Rauhheit derselben keinen Einfluß auf ihre Anfangsgeschwindigkeit haben.

Die Untersuchung der relativen Größe des Battementswinkels ist der schwierigere Theil dieser Aufgabe, da die Aufklärung der dabei zur Sprache kommenden Verhältnisse die Beantwortung der andern Fragen merklich erleichtert. Die das Battiren bedingenden Umstände sollen daher zuerst einer näheren Betrachtung unterworfen werden.

Das Battiren der Geschosse im Rohre wird offenbar durch die Elasticität der Metalle und durch die Stärke und Richtung der aus dem drückenden Pulvergase resultirenden Kraft bedingt, und muß der Winkel, unter welchem das Geschoß battirt, um so größer sein, je größer der Winkel ist, welchen die Richtung dieser Kraft mit der Achse des Rohres macht.

Die Richtung dieses mittleren Druckes des gesammten Pulvergases, welche jederzeit den Mittelpunkt der Kugel treffen muß, soll daher jetzt durch eine Vergleichung des örtlichen Druckes gegen die Oberfläche der Kugel, und die relative Größe der von hinten nach vorn und von oben nach unten wirkenden Resultanten dieses Druckes aufgesucht, und bei zwei von einander verschiedenen Spielräumen verglichen werden.

Dasselbe ist in der oben erwähnten Abhandlung geschehen, und sagt der Verfasser pag. 11 und 12 im dritten Bande des „Archivs" in Folge der vorher angestellten Betrachtungen:

„Wir sind aber vorhin darüber einig geworden, daß die Dichtigkeit des durch den Spielraum enteilenden Pulvergases im Verhältniß zur Dichtigkeit desselben hinter der Kugel im Allgemeinen um desto geringer sei, je größer der Spielraum ist."

Dieser Satz, auf den das hinsichts des Battirens Gesagte basirt ist, kann keineswegs als erwiesen angenommen werden. Wird alles zur Begründung desselben Erwähnte wohl erwogen, so findet man bald, daß der Verfasser die selbstständige Bewegung der einzelnen Molecüle des Pulvergases und die gegenseitige Störung ihrer Bewegung ganz übersehen hat, und er deshalb die in der Nähe der Ausflußöffnung entstehende Verzögerung in der Bewegung des abfließenden Gases nicht beachtet. Auch scheint es, als wenn die Rückwirkung des durch den Spielraum enteilenden Gases auf die durch dieses Entweichen verminderte Dichtigkeit des hinter der Kugel zurückbleibenden Gases nicht genügend beachtet, und die Geschwindigkeit des durch den größeren Spielraum entweichenden Gases mit der größeren Quantität desselben verwechselt wurde.

Ueberhaupt führt die genaue Prüfung der verschiedenen Sätze zu der Vermuthung, daß dem Verfasser die Wirkung der im Gase thätigen Expansivkräfte auf das Verhalten desselben bei seinem Ausströmen durch den Spielraum, und durch den Druck, den dasselbe gegen die Kugel ausübt, nicht völlig klar war. Wenn derselbe pag. 10 behauptet, es käme nur auf die Spannung der unendlich dünnen die Kugel berührenden Schicht Gases bei der Vergleichung der auf die Kugel einwirkenden Kräfte an, und es sei völlig gleichgültig, wie weit die Gasschicht von der gedrückten Fläche sich ausdehnt, so hat er nur so lange Recht, als er ein im Zustande der Ruhe befindliches System im Auge hat. Sobald aber Bewegung in diesem Systeme eintritt, zeigt sich der Einfluß einer verschiedenen Ausdehnung der drückenden Gasschicht, da die neue Spannung des sich ausdehnenden Gases durch die Raumveränderung desselben bedingt wird.

Läßt man, um den Fall so anschaulich als möglich zu machen,

die Bewegung der Kugel im Rohre außer Acht, und denkt man sich den Raum hinter zwei einander gleichen, in Röhren verschiedenen Durchmessers, aber gleich weit von dem Boden ihrer Seele liegenden Kugeln mit Gas von derselben Spannung ausgefüllt, und die Oeffnung des Spielraumes plötzlich gebildet, so wird der Druck des Gases beim Anfange seiner Bewegung gegen irgend ein beliebiges Flächenelement beider Kugeln derselbe sein. Nach Beendigung eines sehr kleinen Zeitraumes wird ein Theil des eingeschlossenen Gases entweichen, und das Verhältniß der drückenden Kräfte, je nach der Lage der gedrückten Flächen und der Größe des zum Enteilen des Gases vorhandenen Spielraumes von einander verschieden sein.

Leuchtet auch ohne Weiteres ein, daß der nun vorhandene Druck gegen die verschiedenen Flächenelemente beider Kugeln nicht mehr derselbe sein könne, und daß derselbe gegen die hintere Hälfte der in dem weiteren Rohre liegenden Kugel geringer sein müsse, als an den analog liegenden Theilen der anderen Kugel, so bleibt doch noch immer die Frage zu beantworten, in welchem Verhältniß in beiden Fällen die Resultanten der auf die Kugel nach der Seelenachse und darauf normaler Richtung wirkenden Kräfte zu einander stehen.

Beachtet man, daß das hinter der Kugel eingeschlossene Gas von allen Seiten zur Ausflußöffnung strömt, und dadurch sein Abfließen verzögert, was der Grund ist, warum man in den desfallsigen Rechnungen den Contractions-Coefficienten einzuführen veranlaßt wurde, und daß die dadurch bedingte Verzögerung des abfließenden Gases um so größer wird, je enger die Ausflußöffnung ist, so wird man zugeben, müssen, daß die Differenz in der Dichtigkeit des abfließenden Gases im Vergleich zu dem hinter der Kugel zurückgehaltenen um so größer sei, je kleiner der Spielraum ist. Daß diese Verzögerung des abfließenden Gases nicht mehr stattfindet, wenn dasselbe das eigentliche Defilee passirt hat, braucht wohl nicht erwähnt zu werden. Dagegen dehnt sich dieses Gas sofort nach allen Richtungen aus, und drängt die atmosphärische Luft zurück. Durch den größern Spielraum ist aber eine größere Menge Gas entwichen, als durch den kleinern, weshalb denn auch dasselbe in letzterem Falle sich mehr ausdehnen kann, als im ersteren, so daß die Dichtigkeit des an der andern Seite der

Kugel angelangten Gases von dem Desilee ab um so mehr abnimmt, je kleiner der Spielraum ist.

Vergleicht man daher, nachdem eine kurze Zeit seit dem Beginne der Bewegung des durch den Spielraum entweichenden Pulvergases verflossen ist, die Dichtigkeit desselben an der Oberfläche beider Kugeln in der durch die Achse des Rohres gehenden lothrechten Ebene, so wird man finden, daß die Dichtigkeit — und mithin auch der im directen Verhältnisse zu derselben stehende Druck — des Pulvergases in dem engeren Rohre bei a größer sein müsse als bei α, daß die Abnahme dieser Dichtigkeit bei b, c und d viel bemerklicher sei, als bei den analog liegenden Punkten β, γ und δ, und daß bei δ oder noch etwas näher der Mündung zu, die Dichtigkeit des dort vorhandenen Gases sogar noch größer sein werde, als an dem analog liegenden Punkte bei d.

Das Verhältniß des Druckes, welcher die Kugel gegen die Wand des Rohres preßt, im Vergleich zu demjenigen, welcher die Voranbewegung derselben veranlaßt, muß daher in diesem Falle bei einem größern Spielraum um Vieles größer sein, als bei einem kleinern.

Die inzwischen erfolgte Bewegung der Kugel kann dieses Sachverhältniß nicht aufheben, und bleibt daher nur noch zu untersuchen, welchen Einfluß die durch die größere Pulverladung bedingte größere ursprüngliche Spannung und größere Masse des Gases auf das so eben gefundene Resultat auszuüben vermögen.

Setzt man aber in dem hinter dem größeren Spielraume eingeschlossenen Raume ein dichteres Pulvergas voraus, als in dem anderen, so muß auch dichteres Gas durch den größeren Spielraum entweichen, und deshalb wiederum dasselbe Resultat hinsichts der relativen Größe des verschiedenen örtlichen Druckes sich zeigen.

Dieses Verhältniß der relativen Größe der Dichtigkeit des entweilenden Pulvergases kann durch eine Veränderung der Masse des hinter dem größeren Spielraume vorhandenen Gases eben so wenig geändert werden, als durch die größere Spannung desselben. Denkt man sich die in dem weiteren Rohre liegende Kugel weiter vom Boden der Seele entfernt, als die in dem engern Rohre, hinter beiden

jedoch ein Gas von gleicher Dichtigkeit, so wird allerdings der Verlust des durch den Spielraum entweichenden Gases keine so bemerkbare Differenz in der Dichtigkeit des zurückbleibenden veranlassen können, als bei der ersten Annahme. Auf eine Vergleichung der Dichtigkeit des Gases bei beiden Kugeln kommt es aber bei dieser Untersuchung nicht an, vielmehr handelt es sich nur um die mehr oder minder große Abnahme dieser Dichtigkeit an der Oberfläche einer und derselben Kugel. Wenn daher auch der Druck des Gases in diesem Falle bei a kleiner werden sollte als bei α, so muß das Resultat der Untersuchung doch dasselbe bleiben, da die relative Größe bei b, c und α im Vergleich zu dem bei a nur allein von der Form der Ausflußöffnung abhängt.

Die bisherige Untersuchung berechtigt deshalb zu der allgemein gültigen Behauptung: Der Druck, den das Pulvergas auf eine Kugel normal gegen die Wand des Rohres ausübt, im Verhältniß zu dem Drucke, welcher gleichzeitig in der Richtung der Achse des Rohres erfolgt, ist um so größer, je größer der Spielraum.

Die Richtung der mittleren Kraft des drückenden Gases muß also beim größeren Spielraume einen stumpfen Winkel mit der Achse des Rohres machen, und das Geschoß deshalb unter einem stumpfern Winkel battiren, als es bei einem kleinern Spielraume der Fall wäre.

Durch die verschiedene Elevation des Rohres kann dieses Verhältniß nicht aufgehoben werden, da die Richtung der Schwerkraft dadurch zwar eine andere Lage zum Rohre erhält, selbe jedoch in ihrer Größe und Richtung constant ist, und deshalb auch einen constanten Einfluß auf diese Anschläge ausüben muß.

Wenn das Rohr also auch so kurz wird, daß das Geschoß an der oberen Wand desselben keinen Anschlag machen kann, so müssen doch die durch das Battiren bedingten Differenzen in den Abgangswinkeln der von einander verschiedenen Geschosse um so mehr sich bemerklich machen, je größer der mittlere Spielraum ist.

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens, insoweit sie durch das Battiren der Geschosse bedingt wird, muß deshalb um so größer sein, je kleiner der Spielraum ist.

Der Druck des Pulvergases und die eigene Schwere der Kugeln bedingen aber bei gegebener Rauhheit der sich reibenden Flächen die Stärke der Reibung im Innern des Rohres, und ist die Größe der reibenden Flächen nach allgemein bekannten Gesetzen dabei ganz gleichgültig. Insofern also die Ausdehnung derselben durch die Größe des Spielraumes eine Aenderung erleidet, muß diese auch ohne Einfluß auf die Stärke der Reibung sein. Allerdings kann zufällig eine vorstehende Erhöhung an der Kugel, wenn sie genau unten sich befindet, und in eine Vertiefung des Rohres eingreift, dieses Verhältniß verändern, und eine größe Reibung beim größeren Spielraume veranlassen. Diese Unebenheit würde aber bei einem geringeren Spielraum mehr Einfluß erlangen, wenn die Kugel ein Weniges um eine mit den Wänden des Rohres parallele Achse gedreht würde, weshalb der Einfluß einer einzelnen vorstehenden Unebenheit durch den Zufall allein bedingt wird.

Die Schwere der Geschosse kann bei dieser Untersuchung ganz unbeachtet bleiben, da immer dieselben Geschosse vorausgesetzt werden, und es deshalb nur von dem veränderten Drucke des Pulvergases herrühren kann, wenn bei einem Spielraume von verschiedener Größe eine veränderte Reibung entstehen soll.

Insofern nun die Größe der Reibung durch das Pulvergas bedingt wird, hängt sie nur allein von dem Theile seines Druckes ab, welcher das Geschoß gegen die Wand des Rohres preßt, da der andere Theil desselben die Fortbewegung veranlaßt. Die Frage wegen der verschiedenen Größe der Reibung ist daher durch die vorhergehende Untersuchung schon beantwortet, da dort nachgewiesen wurde, daß der hier allein zu beachtende Theil des Druckes, im Vergleich zu dem, welcher die Voranbewegung veranlaßt, um so größer sein müsse, je größer der Spielraum ist. Wenn aber auch dieses Verhältniß nicht stattfände, und die Richtung des gesammten Druckes des Pulvergases in beiden Fällen dieselbe wäre, so würde doch der von oben nach unten wirkende Druck beim größern Spielraum an der Stelle, wo die Bewegung des Geschosses beginnt, und das Kugellager sich bildet, größer sein, als bei einem kleineren, weil in dem ersteren Falle die ursprüngliche Spannung des Gases größer sein muß. Dazu

kommt noch, daß der Einfluß einer Reibung beim Uebergange von der Ruhe zur Bewegung größer sein muß, als bei schon vorhandener Bewegung, und daß überhaupt der Druck des Pulvergases um so mehr sich vermindert, je weiter das Geschoß von seiner ursprünglichen Lage sich entfernt.

Die Reibung des Geschosses muß also um so stärker sein, je größer der Spielraum ist, und muß dieser Unterschied desto mehr sich aussprechen, je weniger das Geschoß von seiner ursprünglichen Lage im Rohre sich entfernt hat.

Daraus folgt aber direct:

Die Wahrscheinlichkeit des Treffens, insoweit die Reibung darauf Einfluß hat, muß desto größer sein, je kleiner der Spielraum ist.

Aber auch das weiter oben hinsichts des Verderbens der Geschütze Gesagte findet sich durch diese Untersuchung gerechtfertigt, da die Bildung des Kugellagers und die Erweiterung der Seele durch die Anschläge der Geschosse desto geschwinder voranschreitet, je größer der Spielraum ist.

Wollte man diese Untersuchung noch auf excentrische Geschosse ausdehnen, so würde man die beschleunigende Kraft der beiden Resultanten des drückenden Gases den Punkt angreifen lassen müssen, welcher im Geschosse genau entgegengesetzt vom Schwerpunkte liegt, und dann die Vergleichung entsprechend zu erweitern haben. Ich glaube jedoch, daß die bisherige Auseinandersetzung der drückenden Kräfte genügen wird, und daß man ohne weitere Untersuchung das bisher als richtig Erkannte auch auf excentrische Geschosse und alle möglichen Lagen ihres Schwerpunktes ausdehnen könne.

Dem weiter oben Mitgetheilten zufolge bliebe nur noch der Einfluß zu ermitteln, den eine verschiedene Größe des mittleren Spielraumes auf die Differenzen in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse ausüben kann, wenn Unterschiede in ihrer Form eine verschiedene Anfangsgeschwindigkeit überhaupt veranlassen.

Die Größe dieſer Geſchwindigkeit wird allein durch das Gewicht der Geſchoſſe und durch die Summe des während der Dauer ihrer Bewegung im Rohre vom Pulvergaſe herrührenden Druckes bedingt, weshalb neben dem Einfluſſe des Gewichtes nur noch der Einfluß des Durchmeſſers der Geſchoſſe (von welchem die Unterſchiede im Spielraum und die Ausdehnung der gedrückten Fläche abhängen) bei verſchiedenen mittleren Spielräumen näher zu ermitteln iſt.

Gewicht und Durchmeſſer ſind aber von einander unabhängige Größen, und müſſen deshalb hinſichts ihres Einfluſſes auf die Differenzen in der Anfangsgeſchwindigkeit beſonders unterſucht werden. Daß man bei der Unterſuchung eines ſo verwickelten Falles ſich nicht mit einer einfachen Proportionsrechnung begnügen dürfe, wie ſie in der ſchon oben angeführten Abhandlung durchgeführt wurde, unterliegt wohl keinem Zweifel, und kann deshalb das daraus Gefolgerte auch ohne weitere Widerlegung übergangen werden. Selbſt die beſten hierher gehörigen Formeln umfaſſen nicht alle zu beachtenden Umſtände, ſo daß an eine genaue Ermittelung dieſer Fragen durch Rechnung nicht zu denken iſt, und nur das bisher verfolgte Verfahren zum Ziele führen kann.

Es wurde ſchon erwähnt, daß die Summe des vom Pulvergaſe herrührenden Druckes die Anfangsgeſchwindigkeit der freien Bewegung bedinge. Der momentane Druck hängt aber, abgeſehen von der ſich gleichbleibenden Größe der Kugeloberfläche, von der Spannung des hinter derſelben befindlichen Gaſes ab, und dieſe wiederum von der Dichtigkeit und der Wärme des Gaſes.

Läßt man den conſtanten Einfluß der Wärmeleitung des Rohres unbeachtet, da dieſer in beiden Fällen als gleichbleibend angeſehen werden kann, und erwägt man, daß beide Eigenſchaften des Gaſes durch die Ausdehnung deſſelben eine analoge Aenderung erleiden, und daß dieſe Ausdehnung von der beſchleunigten Bewegung der Kugel und dem Verluſte des Gaſes durch den Spielraum abhängt, ſo wird man bald erkennen, daß die relative Größe der ganzen Summe des gegen die Kugel ſich ergebenden Druckes durch die Größe des Verluſtes an Gas und durch die Zeit, wann dieſer Verluſt ſtattfand, ſich ermitteln läßt, ſobald nur noch ein Element zur Vergleichung des ur-

ſprünglich vorhandenen Gaſes gegeben iſt. Die Zeit, wann der Verluſt ſich ereignete, iſt deshalb beſonders zu beachten, weil der frühere Verluſt des Gaſes durch den Spielraum auch früher eine Verminderung des Druckes hinter der Kugel veranlaßt, und die Summe des ganzen Druckes durch einen gegebenen Verluſt an Gas ſich um ſo mehr vermindert, je früher dieſer Verluſt geſchieht.

Vergleicht man hiermit das oben hinſichts der verſchiedenen Leichtigkeit des Abfließens des Pulvergaſes durch den Spielraum Geſagte, ſo wird man finden, daß dieſe Unterſuchung leichter durchzuführen iſt, als man anfänglich glauben ſollte.

Jener Ermittelung zufolge iſt nämlich die Maſſe des durch den Spielraum abfließenden Gaſes deſto größer, je weiter der Spielraum iſt, und wird dieſe Maſſe nicht nur direct durch die Vergrößerung der Ausflußöffnung, ſondern auch indirect durch die gleichzeitig erfolgende freiere Bewegung des durch dieſe größere Oeffnung abfließenden Gaſes vermehrt. Eine geringe Veränderung in der Größe dieſer Oeffnung, wie ſie durch die zuläſſigen Differenzen im Durchmeſſer der Geſchoſſe veranlaßt wird, muß daher auf die Maſſe des abfließenden Gaſes einen um ſo größeren Einfluß ausüben, je größer die Oeffnung des mittleren Spielraumes iſt.

Um dieſe Unterſuchung auf eine ſpecielle Vergleichung des Verluſtes an Gas zurückzuführen, den eine gegebene Verminderung des Durchmeſſers der Kugel bei zwei verſchiedenen Spielräumen erzeugen muß, denke man ſich, daß vier gleich ſchwere Geſchoſſe, die jedoch nur zu zweien hinſichts der Größe ihres Durchmeſſers übereinſtimmen, in zwei Geſchütze von verſchiedener Weite ihrer Seele geladen würden. Dann ſetze man voraus, daß die größeren Geſchoſſe durch die entſprechend veränderte Größe der Pulverladung dieſelbe Geſchwindigkeit an der Mündung beider Geſchützröhre erlangten. Die Summe des ganzen Druckes muß dann in dieſem Falle bei beiden Spielräumen dieſelbe ſein, obgleich die Größe des momentanen Druckes der ungleichen Ladungen und der verſchiedenen Maſſe des durch den Spielraum entweichenden Gaſes wegen ſehr verſchieden ausfällt.

Aendert man die Pulverladungen bei beiden Geſchützen nicht, ladet man ſie dagegen mit den kleinern Geſchoſſen, ſo muß die Geſchwin-

digkeit dieser kleinern Kugeln bei beiden Geschützen kleiner sein, als die der größern im vorigen Falle.

Die hier zu beantwortende Frage, von welcher das Resultat dieser ganzen Untersuchung abhängt, würde nun diese sein:

„Sind die neuen Geschwindigkeiten bei beiden Kugeln gleich groß, oder bewegt sich eine derselben langsamer als die andere, und welche ist die geschwindere?"

Dem Vorhergehenden zufolge würde aber diese Frage so umzuändern sein:

„Ist der durch die Vermehrung des Spielraumes bedingte größere Verlust an Gas in beiden Fällen derselbe und gleichzeitig, oder ist er in dem einen Falle größer oder früher, und in welchem Geschütze würde der geringere oder spätere Verlust stattfinden?"

Die Antwort auf diese Frage ergiebt sich leicht, wenn man bedenkt: daß die beständig sich vermindernde Differenz des Druckes vor und hinter der Oeffnung des Spielraums, und die gleichzeitig sich vermehrende Schnelligkeit der Kugel die Masse des abfließenden Gases bedingt; daß die anfangs größere Differenz des Druckes beim großen Spielraume nach und nach kleiner wird, als beim kleinen; daß also in beiden Fällen beim Beginne der Bewegung des Geschosses der Verlust an Gas größer ist als später; daß jedoch durch den kleinern Spielraum zuerst specifisch leichteres, nachher aber dichteres Gas entschlüpft, als durch den größern; ferner daß, wie schon oben mitgetheilt wurde, durch eine gegebene Erweiterung der Abflußöffnung bei einem schon vorhandenen größeren Spielraum mehr Gas verloren geht, als bei einem kleineren.

Alle diese Einflüsse unterstützen sich gegenseitig, und bewirken, daß durch eine erweiterte Oeffnung des größeren Spielraumes zu Anfange der Bewegung des Geschosses nicht nur mehr, sondern auch dichteres Gas entweichen muß, als durch dieselbe Erweiterung des kleineren Spielraumes, daß dieses Verhältniß mit der beschleunigten Bewegung des Geschosses — entsprechend der veränderten Spannung des hinter demselben befindlichen Gases — sich beständig verändert, und daß zunächst die Dichtigkeit und dann auch die Masse des durch die Erwei-

terung des Spielraumes enteilenden Gases in beiden Fällen einander gleich, ja sogar beim kleinern Spielraume zuletzt größer werden muß, als beim größeren. Da aber sowohl beim größeren als auch beim kleineren Spielraume der Verlust des Gases zu Anfange der Bewegung des Geschosses größer ist, als später, und durch die immer sich vermehrende Schnelligkeit der Kugel noch mehr vermindert wird, so muß auch das beim Beginne der Bewegung vorhandene Verhältniß hinsichts des größeren Verlustes an Gas entscheidend sein.

Die obige Frage würde also dahin zu beantworten sein, daß die Vermehrung des Gasverlustes, welche durch eine gegebene Erweiterung des Spielraumes bedingt wird, desto kleiner sein, und um so später stattfinden müsse, je kleiner der ursprüngliche Spielraum ist.

Hinsichts der zuerst aufgestellten Frage würde daher die Antwort lauten:

„Die neuen Geschwindigkeiten der beiden Kugeln sind von einander verschieden, und muß jene sich am geschwindesten bewegen, welche in dem engeren Rohre gelegen hat."

Dieses specielle Resultat ist aber auch für alle Fälle gültig, da bei dieser Untersuchung nirgend von einem bestimmten Gemäße die Rede ist, und nur das Mehr oder Minder ermittelt wurde.

Es folgt daher ganz allgemein, daß die Differenzen in der Größe des Durchmessers der Geschosse desto mehr Einfluß auf ihre Anfangsgeschwindigkeit — und daher auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens — haben müssen, je größer der Spielraum ist.

Durch diese so eben beendete Untersuchung wird es nun verhältnißmäßig leichter werden, auch die relative Größe der Verschiedenheiten in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse zu entdecken, die durch dieselbe Differenz im Gewichte derselben bei zwei verschiedenen Spielräumen veranlaßt werden.

Erleidet das Gewicht der Geschosse eine Veränderung, so kann die Größe ihrer Anfangsgeschwindigkeit, so wie die örtliche Geschwindigkeit ihrer beschleunigten Bewegung im Rohre nicht mehr dieselbe

bleiben. Je langsamer aber ein Geschoß im Rohre sich bewegt, desto mehr Gas muß durch den Spielraum entweichen, desto kleiner also auch die Summe des ganzen Druckes sein, den das Pulvergas auf die Kugel während ihrer Bewegung im Rohre ausübt.

Der Einfluß des Gewichtes auf die Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse ist daher in zwei von einander verschiedenen Beziehungen zu beachten, da einestheils die Beschleunigung der drückenden Kräfte davon abhängt, und anderntheils die Summe des ganzen Druckes des Pulvergases eine Aenderung deshalb erleidet.

Setzt man dieselben Geschosse voraus, so muß der directe Einfluß des Gewichtes auf die Größe der Beschleunigung bei zwei verschiedenen Spielräumen constant sein, und kann es daher nur durch den verschiedenen oder nicht gleichzeitigen Verlust des Gases bedingt werden, wenn die verschiedene Größe des Spielraumes einen Einfluß auf die durch das Gewicht bedingten Differenzen in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse ausüben soll.

Um auch hier einen speciellen Fall im Auge zu haben, denke man sich, daß die bei der vorigen Untersuchung angedeuteten Geschütze noch einmal mit derselben Masse Pulver, jedoch mit zwei von den früheren verschiedenen Kugeln geladen würden, und daß diese Kugeln einander gleich seien, den Durchmesser der zuerst in die Geschütze geladenen und eine gleiche Anfangsgeschwindigkeit erlangenden größeren Kugeln hätten, aber schwerer als jene vier seien.

Diese schweren Kugeln müssen sich nun in beiden Geschützen langsamer bewegen, und eine geringere Anfangsgeschwindigkeit erhalten, als jene denselben Durchmesser wie diese habende. Ob sie aber eine gleiche Geschwindigkeit erlangen, kann nur durch eine nähere Untersuchung hinsichts des größern Verlustes am Pulvergas ermittelt werden, den sie durch ihre langsamere Bewegung im Rohre veranlassen müssen.

Erwägt man in dieser Hinsicht die bei der vorigen Untersuchung angeführten, auf das Abfließen des Gases einwirkenden Umstände, und vergleicht man den gleichzeitigen Verlust des Gases bei den leichtern Kugeln von demselben Durchmesser, so wird man sogleich erkennen, daß das langsamer sich bewegende Geschoß durch den größeren

Spielraum anfangs verhältnißmäßig mehr, später aber weniger Gas bei sich vorbeischlüpfen läßt, als durch den kleineren Spielraum.

Beachtet man dann noch, daß der Verlust des Gases bei beiden Spielräumen zu Anfange der Bewegung des Geschosses viel bedeutender ist, als nachher, so wird man auch bei diesem Falle zugeben, daß der durch den Spielraum bedingte Verlust des Gases bei dem größern Spielraume sowohl größer als auch früher sein müsse, als bei den kleineren.

Daraus folgt denn auch wiederum ganz allgemein, daß der durch das Gewicht bedingte Unterschied in der Anfangsgeschwindigkeit der Geschosse, mithin auch die Unsicherheit des Treffens, desto größer sein müsse, je größer der Spielraum ist.

Vergleicht man mit diesen Resultaten den in der Ausarbeitung „Ueber die Rotation und deren Einfluß auf die Bahn der Geschosse" mitgetheilten Zusammenhang der durch Excentricität der Geschosse bedingten Geschwindigkeit ihrer Rotation mit der Anfangsgeschwindigkeit derselben, so wird man bald finden, daß auch auf die Differenzen in der Rotationsgeschwindigkeit der Geschosse — also wiederum auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens — der größere Spielraum ungünstiger einwirkt, als der kleinere; daß auch die durch Reibung bedingte Rotationsgeschwindigkeit durch die Differenzen in den Geschossen um so verschiedener ausfallen müsse, je größer der Spielraum ist, wurde schon oben nachgewiesen.

Ueberblickt man die einzelnen Resultate der verschiedenen Untersuchungen über den Einfluß des Spielraumes auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens und das schnellere Verderben der Geschütze, und beachtet man dabei, daß alle vorhandenen Zweifel ganz allgemein gültig gelöst wurden; erwägt man ferner, daß die Beantwortung der einzelnen Fragen über den Einfluß der Differenzen in den Geschossen auf die Wahrscheinlichkeit des Treffens bei zwei verschiedenen mittleren Spielräumen in demselben Sinne ausgefallen ist, und nur der indirecte Einfluß der beim größeren Spielraume erforder-

lichen größeren Pulverladung zu Gunsten des größeren Spielraumes spricht, daß ferner alle durch den Spielraum bedingten, das Verderben der Geschütze veranlassenden Einflüsse mit der Größe des Spielraumes gleichfalls zunehmen, so kann es keinem Zweifel mehr unterworfen sein, daß die in der Einleitung angeführten Ansichten der älteren Artilleristen völlig begründet sind.

Aus den in dieser Ausarbeitung angeführten Gründen folgt daher ganz allgemein, wenn man den indirecten Einfluß des größeren Spielraumes auf die durch das fehlerhafte Abwiegen der Pulverladung und die Differenzen in der Feuchtigkeit des abgewogenen Pulvers bedingte Unsicherheit des Treffens nicht weiter beachtet, daß sowohl die Größe des mittleren Spielraumes als auch die Differenzen in der Größe des Spielraumes desto mehr nachtheilige Einflüsse herbeiführen müssen, je größer sie sind, und daß namentlich die Unsicherheit des Treffens und das Verderben der Geschütze um so bedeutender sei, je größer der mittlere Spielraum ist.

Mainz, im November 1841.

XXI.

Nachtrag
zur
Geschichte der Feuerwaffentechnik.

Vom Major Stevogt.

(Fortsetzung.)

1702. Bei der Belagerung von Venlo durch Cöhorn ist der Platz mit 6 Bataillons, 300 Mann Cavallerie, 38 Kanonen und 12 Mörsern besetzt; er bekommt noch 2000 Mann Infanterie und 500 Pferde Verstärkung. (Hist. mil.)

Literatur:

1) Leonhard Christ. Sturm. Neu eröffnetes Arsenal. Hamburg 1702.

2) de la Hire. Sur les effets du ressort de l'air dans la poudre à canon et dans la tonnère. Paris 1702. 1704.

3) Tob. Waltsgott. Dissertatio academica de inventore pulveris pyrii et bombardae. 1702. Französische Uebers. 1710 unter dem Titel: Dissertation sur l'invention de la poudre et des mortiers.

1703. Die Franzosen geben die Stärke der Belagerungsartillerie vor Bonn auf 140 Kanonen, 90 Mörser und 500 kleinere Geschütze an. — Im Treffen bei Hochstädt verlieren die Alliirten unter Styrum 30 Geschütze gegen Villars. (Hist. mil.) Carl XII. nimmt bei der Erstürmung von Elbing 200 schwere Geschütze, (Zeil) und in Thorn 60 metallene u. 60 eiserne Geschütze. (Zeil.)

Literatur:

1) **Pyrophilus.** Ars tormentaria enucleata, oder wohlgegründete Büchsenmeisterkunst. 1ster Band. Frankfurt und Leipzig 1703. 2ter Band unter dem Titel: Pyrobolia succincta, d. i. kurzbündige Feuerwerkerkunst. Frankf. 1704. Hamburg 1703.

2) **de la Hire.** Methode générale pour les jets des bombes dans toutes sortes de cas proposés avec un instrument universel qui sert à cet usage. Paris 1703.

1704. Bei der Vereinigung des Prinzen von Baden mit Marlborough zählt das verbündete Heer 72 Bataillons, 150 Escadrons, 48 Geschütze und 24 Pontons, das französisch-baiersche 88 Bats., 160 Escadr. und 130 Geschütze. — Als der baiersche General Graf Arco den Schellenberg bei Donauwerth gegen Marlborough vertheidigt, fliegen im Rücken der Baiern mehrere Pulvertonnen auf, und verbreiten Schrecken unter die Truppen. — Bei Hochstädt ist die Stärke der Verbündeten 52000 Mann und 52 Geschütze, die der Franzosen und Baiern 56000 Mann und 100 Geschütze. Die Franz. haben in ihrer Linie viele schwere Geschütze, selbst 24Pfder; der größte Theil ihrer Artillerie geht verloren. (Kausler.) Nach der **Hist. mil.** kommt die franz. Artillerie zu spät zur Entwickelung, und geht ganz verloren. **(Hist. mil.)** — Der Prinz von Hessen nimmt Gibraltar durch Ueberfall, nachdem die Flotte 15000 Kanonenschüsse vergeblich gegen diesen Platz gethan. (Zeit.) Nachdem Carl **XII.** Lemberg genommen, läßt er 140 Geschütze, die er nicht wegbringen kann, zersprengen, und behält nur 4, auf denen sich das schwedische Wappen befindet. (Zeit.)

Literatur:

1704. **Montecuculi.** (Raimondo) Opere militari. Cöln bei Hüggens.

Montecuculi starb 1681 in Linz, durch einen herabstürzenden Balken tödtlich verwundet; wahrscheinlich existiren daher von seinen Werken frühere Ausgaben.

Auszug im vorigen Nachtrage.

1705. Eine in ein Pulvermagazin in Barcelona schlagende Bombe nöthiget die Spanier zur Uebergabe des Platzes. (Zeil.)

Literatur.

1) Lopez. (in span. Sprache) Militairisches Exercitium der Artillerie. 1705.

2) Dan. Grundel. Nädig Underäddelse om Artillerie til Lands och til Sjös, saa well til Teoriam som Praxin beskriefwen och med nädige Koppestykken forklared af D. Grundel Artill. Capt. Stockholm 1705.

1706. Dem Herzog von Lafeuillade werden zur Belagerung von Turin 68 Bat. 80 Escadr. (42000 Mann) nebst einem Park von 172 Kanonen und Haubitzen und 65 Mörsern untergeordnet. Bei dem Sturm der Franzosen auf das angegriffene Ravelin fängt der Pulvervorrath in diesem Werke Feuer, und tödtet und verwundet eine große Menge Soldaten von der Garnison. Einige Tage später sprengen die Belagerten eine Mine unter einer Angriffsbatterie; sie wird ganz zerstört, eine Karthaune wird bis an den Rand des Grabens geschleudert, und von den kaiserlichen Grenadieren in die Stadt gebracht; drei französische Grenadiercompagnien gehen zu Grunde. Bei dem Entsatz von Turin verlieren die Franz. 40 Feldgeschütze, 118 Belagerungskanonen und 55 Mörser. (Kausler.) Als Marschall Tessé die Belagerung von Barcelona aufhebt, lassen die Franzosen 106 Kanonen, 67 Mörser, 2000 Bomben und 40000 Kanonenkugeln und eine unermeßliche Masse Munition im Stich. (Hist. mil.) Carl XII. nimmt den Sachsen bei Fraustadt 32 Kanonen und 4 Mörser ab. (Zeil.) Louis XIV. setzt das Régiment-royal-artillerie wieder auf 5 Bats. (le Bourg.)

Literatur.

Frezier. Traité des feux d'artifice pour le spectacle. Paris 1706, 1707, 1747, à la Haye 1741. (Handb. pag. 100 und Archiv VIII.)

1707. 1) Guisnée. Traité des projections ou du jet des bombes selon l'hypothese de Galilée. (Hist. de l'acad. royale des sciences. 1707.)

2) Christoph Friedrich von Geisler. (Kursächsischer Oberst.) Neue vollkommene und kuriose Artillerie, worinnen dasjenige, was in 40 Jahren bei 25 Belagerungen und in 3 Bataillen ausgeübt worden, in der Büchsenmeisterei, Ernstfeuerwerkerei, Petarden und Miniren angewiesen wird, nebst einem Anhange von Lustfeuerwerken und Schiffbrücken. Dresden 1707, 1718. Auszug Handbuch pag. 101.

1708. Eugen und Marlborough haben zur Belagerung von Lille einen Park von 120 Kanonen der schwersten Caliber, 40 große Mörser und 20 Haubitzen. Im Mai d. J. besteht das verbündete Heer aus 180 Esc., 118 Bats. und führt 90 Kanonen und 20 Haubitzen. (Kausler.) Carl XII. nimmt den Russen im Gefecht von Holofzim 12 Geschütze ab. (Zeil.)

Literatur.

Bericht von dem Feuerwerk bei dem Königlichen Beilager zu Berlin. 1708.

1709. Die verbündete Armee zählt bei Malplaquet 135 Bats., 257 Escadrons (90000 Mann) mit 101 Geschützen und 4 Mörsern. (Kausler.) Die Franzosen geben sie zu mehr als 80000 M., 140 Geschütze, und ihre eigene zu 70000 Mann und 80 Geschützen an. (Hist. mil.)

1710. — Vor Aire haben die Verbündeten in den Batterien des linken Angriffs 33 und in denen des rechten 44 Geschütze. Vor Douai besteht der erste Angriff der Verbündeten aus 69 Geschützen, nämlich 23 Kanonen und 10 Mörser rechts, 20 Kanonen und 16 Mörser links. Später bekommt der Angriff rechts noch eine Batterie von 7, und der links eine Batterie von 8 Mörsern. — Eine Bombe der Belagerten sprengt 22 Centner Pulver in die Luft, wodurch viele Mannschaft verunglückt. In den Breschbatterien stehen 44 Geschütze. (Kausler.) In den Belagerungen des spanischen Erbfolgekrieges machen die Verbündeten noch keine Anwendung von den Vaubanschen Verbesserungen des Angriffs. (Siehe 1716.)

Literatur.

1) Joh. Otto Hasenbank. Kurze, doch gründliche Anleitung zur Artillerie. Hamburg 1710.

2) Alex. Sincerus. Der wohlerfahrene Salpetersieder und Feuerwerker, beide aufgeführt in einem ganz neu herausgegebenen Tractätlein, von einem erfahrenen Feuerwerker zusammengetragen und nach dessen Tod an Tag gegeben durch A. Sincerum. Frankfurt und Leipzig 1710. (Auszug Archiv IV.)

3) Invention einer ganz neuen Pulvermühle. Regensb. 1710. (Auszug Archiv VIII. pag. 181.)

1711. Marschall Montesquiou stürmt Arleux, nachdem er den Platz einige Stunden aus 4 schweren Kanonen und 2 Mörsern beschossen hat. (Kausler.)

1712. Das verbündete Heer in den Niederlanden unter Eugen zählt 145 Bats., 295 Escadr., 122000 Mann mit 136 Feldgeschützen; die französische Armee unter Villars, 100,000 Mann stark, ist nur nothdürftig mit Geschütz ausgerüstet. — Der holländische General Fagel greift le Quesnoi mit 50 Kanonen und 60 Mörsern an. Marschall Villars greift Marchienne, den Hauptwaffenplatz der Verbündeten, mit 20 Kanonen an; er nimmt daselbst 90 Geschütze, 9 Schiffe mit Pulver und eine Menge Eisenmunition. In le Quesnoi fallen den Franzosen mehr als 200 Geschütze von allen Calibern in die Hände. (Kausler.)

1712. In Landau nehmen die Franzosen 60 Kanonen, 18 Mörser, viele Eisenmunition, aber wenig Pulver. — Villars beschießt Freyburg aus der zweiten Parallele mit 34 Kanonen und 10 Mörsern, und das obere Schloß aus 14 Geschützen. Der Gouverneur, General Harsch, hat in der Stadt nur noch 8, im oberen Schloß nur noch 4 brauchbare Geschütze. In den Breschbatterien befinden sich 35 Geschütze, unterstützt durch 6 Batterien mit 30 Mörsern. (Kausler.)

Literatur.

1714. Heinrich Vogel. Unterricht in der Artillerie-Wissenschaft. Zürich 1714, 1739, 1756. (Der Verfasser war Ingenieur des Cantons Zürich und Inspector des Collegii der Constabler und Feuerwerker.)

1715. 1) Essai sur les feux d'artifice. Paris 1715, 1745.

2) Florian de Perceval. Le parfait général d'artillerie, contenant la guerre de campagne. Plaisance 1715.

2) Herrmann Suden. Untersuchung, wer das Schießpulver und Geschütz zuerst erfunden hat. 1715.

1716. Die Türken haben in ihrer Stellung bei Peterwardein 15 Kanonen auf dem linken Flügel, 3 in der Mitte, 12 auf der rechten Flanken und 4 Mörser. Eugen erobert im türkischen Lager bei Peterwardein 168 Kanonen. Vor Temeswar bedienen sich die Oestreicher, was vor ihnen im spanischen Erbfolgekriege noch nicht geschehen, zum erstenmal der Rikoschetbatterien. Die Bresche auf die Palanke vor Temeswar wird mit 20 schweren Kanonen und 12 Mörsern gelegt. Die Stadt beschießt Eugen aus 61 halben Carthaunen, 24 Feldschlangen, 110 Mörsern. Die Oestreicher nehmen im Platze 136 theils eiserne, theils metallene meist mit dem Kais. Wappen versehene Kanonen und 10 Mörser. (Kausler.)

Literatur.

1) Graf von Herberstein (oder Amarus a Lapide). Cyclodiatomia; auch unter dem Titel: Artis technicae via plana et facilis. 1716, 1736. (vorzüglich Ballistik.)

2) Ressons. Methode de tirer les bombes avec succes. (Hist. de l'acad. des sciences 1716.)

1717. — Bei der Belagerung von Belgrad zündet eine kaiserl. Bombe ein Pulvermagazin der Stadt. Es zerstört einen Theil der Stadt und tödtet über 1000 Türken. Als Eugen aus der Tranchee dem Großvezier entgegen geht, sind 30 3pfdge Regimentsgeschütze mit einigen 6pfdgen Falkaunen auf den rechten Flügel der Infanterie, 6 Stück auf den linken und 4 Stück auf den rechten Flügel der Cavallerie vertheilt, um sie „nach Erforderniß" zu verwenden. Auf jeden Flügel sollen Ober- und Unterofficiere der Artillerie und Büchsenmeister zur Bedienung der eroberten feindlichen Geschütze bereit gehalten werden. In den Angriffsbatterien gegen die Festung sollen Ober- und Unterofficiere der Artillerie zurückgelassen werden, um selbige gut zu bedienen. Im Centrum des Großveziers steht eine von 20000 Janitscharen u. 10000 Spahis gedeckte Batterie von 18 schweren

Geschützen, welche Eugens Angriff sehr erschwert. Dem Großvezier werden 131 Kanonen, 35 Mörser, 600 Fässer Pulver, 300 Kisten Blei, 3000 Bomben, 300 Handgranaten und 20000 Geschützkugeln abgenommen. Durch die Uebergabe von Belgrad fallen 535 Kanonen, 68 Mörser und eine große Menge Pulver, Bomben und Kugeln in Eugens Hände. (Kausler.)

Literatur.

1719. Dan. Joh. Bernouilli. Untersuchungen über die Bahn der Kugeln und Bomben. 1719.

1729. Sur l'épreuve de la poudre. (In der Hist. de l'acad. de Paris. 1720.)

1723. Putaneus. Grundlehren der Artillerie. Leipzig 1723. (angeblich aus Schreiber entlehnt.)

1724. Belidor. (Bernh. de) Dissertatio de theoria pulveris tormentarii. (Miscellan. Berolinens. Tom IV.) 1724. Deutsch von Bion 1746, 1759, 1773.

1726. Joh. Georg Liebknecht. Grundsätze der Artillerie. Frankfurt 1726.

1726. Flemming. Der deutsche Soldat. 1726. (Auszug im Archiv II.)

1726. Jerlin. Dissertatio de pulvere nigra. (Ausz. Archiv II. pag. 186.)

1727. Folard. Histoire de Polybe avec un commentaire, ou un cours de science militaire enrichi de notes critiques et historiques, ou tout les grandes parties de la guerre soit pour l'offensive, soit pour la défensive sont expliquées. 1727. Deutsch von Oelsnitz 1755. (Siehe Archiv II., pag. 1786.)

1729. Laur. Arrhenius. De pulvere nitrato. Upsala 1729.

1730. Belidor. (Bernhard de) Le bombardier français. Paris 1730, 1731. Deutsch: Nürnberg 1756, 1782. (Siehe Archiv VIII.)

1731. Belidor. (B. de) Tables pour jetter les bombes avec précision, extrait du Bombardier français. Paris 1731.

1731. Gray. (John) A treatise on gunnery. London 1731, 1781.

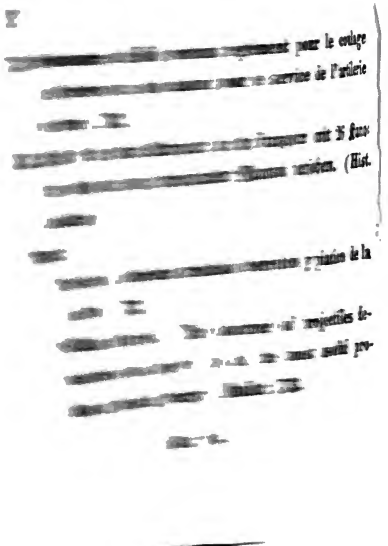
2) Florian de P
contenant la g
2) Herrmann, Sud
und Geschütz zu

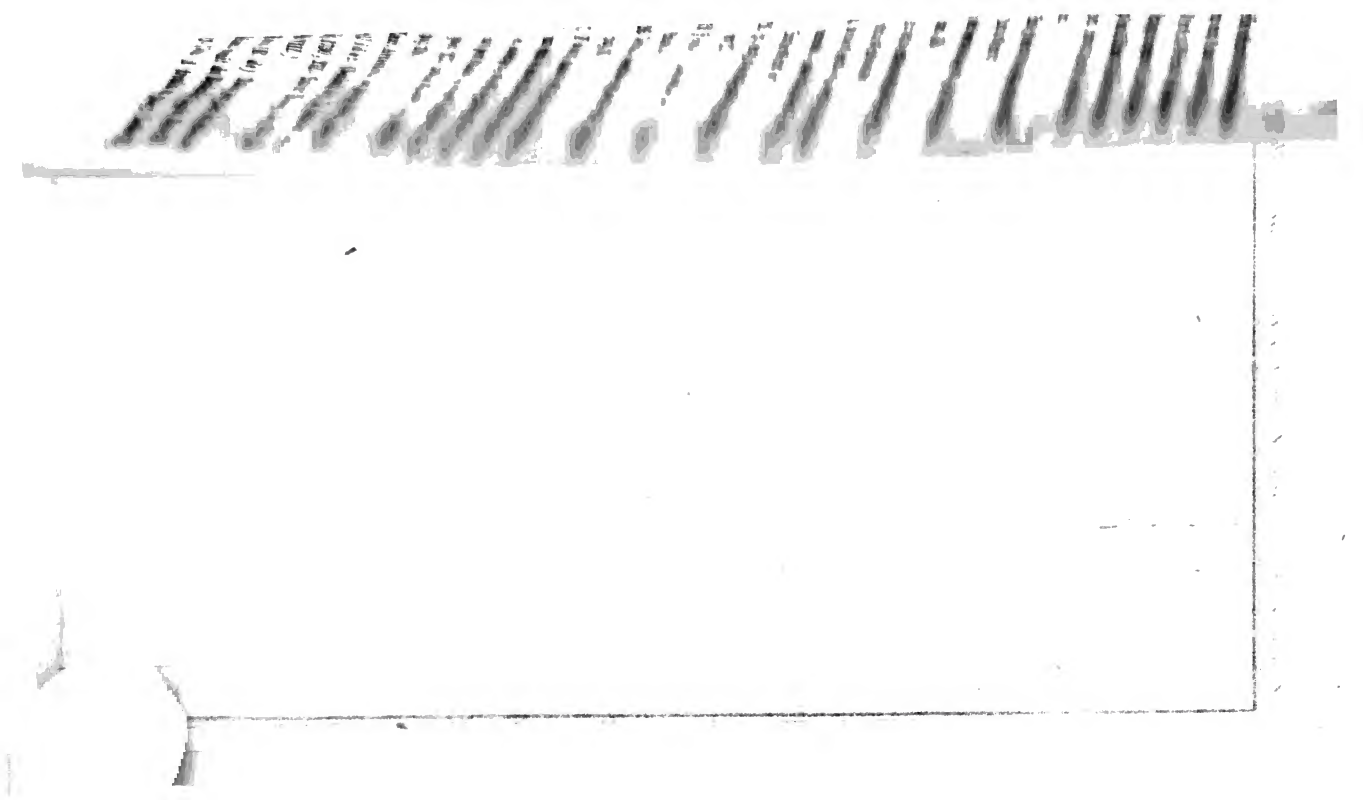
1716. Die Türken haben
nonen auf dem link
ten Flanken und 4
bei Peterwardein 16
die Oestreicher, wa
noch nicht geschehe
Die Bresche auf di
schweren Kanonen u
Eugen aus 61 halbe
fern. Die Oestreich
theils metallene meis
nen und 10 Mörser.

Literatur.

1) Graf von Herb
clodiatomia; au
plana et facilis.
2) Ressons. Me
(Hist. de l'acad

1717. Bei der Belagerung
— ein Pulvermagazin
Stadt und tödtet üb
chee dem Großvezier
geschütze mit einigen
der Infanterie, 6 C
rechten Flügel der C
niß" zu verwenden.
officiere der Artiller
eroberten feindlichen
Angriffsbatterien ge
officiere der Artiller
bedienen. Im Cent
Janitscharen u. 100





Stanford University Libraries
3 6105 013 150 235

U
3
A7
V.15
1843

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.